Universidade de Aveiro Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo
2017

FRANCISCO DA COSTA PINHO

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NAS PRENSAS ISOSTÁTICAS DA VISTA ALEGRE

Universidade de Aveiro Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo
2017

Francisco da Costa Pinho

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NAS PRENSAS ISOSTÁTICAS DA VISTA ALEGRE

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e coorientação da Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

o júri

Presidente

Prof. Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor António Ernesto da Silva Carvalho Brito
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Dedico este relatório à Eng.ª Joana Ribeiro pela oportunidade, ensinamentos e apoio transmitidos ao longo do estágio curricular na Vista Alegre. Agradeço também ao Tiago Silva, Filipe Teixeira, Carolina Martins, Joana Meneses e Catarina Saraiva pela forma como me receberam e pelo companheirismo ao longo dos 8 meses de estágio.

Agradeço às minhas orientadoras: professora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos e professora Leonor da Conceição Teixeira por todo o acompanhamento e preocupação ao longo deste ano letivo.

Dedico aos meus pais por me terem dado a oportunidade de seguir o meu caminho, nunca me negando qualquer coisa que fosse.

À minha irmã Joana por se demonstrar sempre entusiasmada pelo meu futuro, indicando-me sempre o caminho correto.

À minha namorada Filipa pela ajuda, compreensão e amor. Sem ela, nada disto teria sido possível.

Aos meus amigos: Marco, Fábio, Nelson e Francisco por me mostrarem que apesar da distância, quando existe amizade verdadeira tudo é possível.

Aos meus companheiros de curso por me ensinarem que a vida deve ser sempre encarada com um sorriso.

Por último, às restantes pessoas que se cruzaram no meu caminho, a todos, um muito obrigado.

palavras-chave

Eficiência Global do Equipamento, Filosofia *Lean*, Gestão de Competências, Mapeamento da Cadeia de Valor , Melhoria Contínua, Troca Rápida de Ferramenta.

resumo

O presente trabalho descreve a análise e melhoria do processo de prensagem isostática da Vista Alegre com recurso à filosofia *Lean Manufacturing*. O principal objetivo foi aumentar a eficiência deste centro de trabalho (e processos envolventes) e também aumentar a polivalência dos operadores.

O estudo do problema baseou-se, principalmente, num mapeamento da cadeia de valor e na análise do indicador de eficiência de modo a detetar os problemas deste centro de trabalho. Com base nesta análise, e com vista à melhoria dos processos, utilizaram-se diversas ferramentas *Lean* que possibilitaram uma considerável melhoria global do desempenho.

Através da utilização desta filosofia, e das suas ferramentas operacionais, foi possível aumentar o indicador de eficiência em cerca de 13% aumentando a capacidade de produzir mais peças boas no mesmo tempo disponível. Com o aumento da polivalência, também aumentou a capacidade de resposta à procura do cliente.

Keywords

Competence Management, Kobetsu Kaizen, Lean Philosophy, Overall Equipment Effectiveness, Single Minute Exchange of Die, Value Stream Mapping.

Abstract

The present work describes the analysis and improvement of the isostatic presses process of Vista Alegre, through the implementation of Lean Manufacturing philosophy. The main objective was to increase the efficiency of this work center (and surrounding processes) and increase the versality of the operators.

The study of the problem was mainly based on a mapping of the value chain and the analysis of the efficiency indicator to detect the problems of this work center. Based on this analysis, and in order to improve the processes, several Lean tools were used, which made a considerable improvement in overall performance.

Using a Lean point of view, and its operational tools, we show that it was possible to increase the efficiency indicator in about 13%, resulting in an increase in the number of good pieces produced in the same period. With the development of versatility, we also see a boost in the capabilities related to meeting the client's needs.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE TABELA

LISTA DE NOMENCLATURAS

F3 – Forno 3

F4 – Forno 4

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

P1 – Prensa 1

P2 – Prensa 2

P3 – Prensa 3

P4 – Prensa 4

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

VA – Vista Alegre

VSM – *Value Stream Mapping*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do trabalho

Este relatório descreve o projeto desenvolvido na unidade de produção da empresa Vista Alegre de forma a concluir o mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro.

Para a realização deste projeto, o autor colocou em prática as competências que adquiriu ao longo de todo o percurso académico com o objetivo de resolver, de forma estruturada, o principal problema existente no centro de trabalho prensas: o baixo valor de eficiência. Prevê-se que este problema seja ultrapassado através da aplicação de algumas ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing*. Esta filosofia, apesar de já muito estudada e discutida ao longo dos últimos anos, difere de organização para organização dado requerer adaptação ao meio envolvente. Esta filosofia assenta na redução dos desperdícios inerentes a todos os processos existentes em cada organização.

1.2 Relevância do projeto

O centro de trabalho apresentado neste projeto corresponde a 57% das vendas totais da organização e, como tal, a redução dos custos de fabrico de peças produzidas neste centro, um dos objetivos do projeto, surge da necessidade de aumentar a margem de lucro.

Com a aplicação das ferramentas *Lean*, pretende-se aumentar os indicadores de produtividade indicados para este projeto, produzindo mais peças boas por dia e diminuir o tempo de entrega ao cliente, que é tanto menor quanto menor for o tempo de valor não acrescentado.

Também neste projeto prevê-se que a capacidade dos operadores para se adaptarem a qualquer posição aumente, através da implementação de um sistema de gestão de competências de forma a que a organização se adapte, com maior facilidade, à flutuação da procura do cliente.

1.3 Metodologia do projeto

A metodologia adotada para a realização deste projeto segue a sequência *Kobetsu Kaizen*, descrita, com mais detalhe, no capítulo seguinte. Nesta metodologia destacam-se três fases globais que permitiram cumprir com o objetivo acima referido. Numa fase inicial, foi importante perceber o método produtivo da organização.

Na segunda fase, para que as implementações das alterações fossem bem-sucedidas, foi necessário perceber quais eram os problemas existentes no processo produtivo e onde seria essencial intervir. Para contextualizar o problema, foram analisados vários indicadores de produtividade da empresa.

Numa terceira fase, com base nos princípios *Lean*, foi elaborado um plano de ação de melhorias que garantiram o sucesso do projeto.

1.4 Estrutura do documento

Este relatório encontra-se dividido em cinco grandes capítulos: “Introdução”, “Enquadramento Teórico”, “A Organização”, “Implementação e Resultados” e por último a “Conclusão”.

O primeiro capítulo destina-se ao enquadramento deste projeto, apresentando o objeto de estudo, os principais objetivos e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo, o “Enquadramento Teórico” pretende-se apresentar e explicar a temática adotada para a resolução do caso de estudo através de uma revisão de literatura global sobre o tema: *Lean Manufacturing* – e sobre as principais ferramentas utilizadas no projeto

No terceiro capítulo, “A Organização” é descrita a organização Vista Alegre: qual a atividade principal, os produtos e os processos de fabrico inerentes.

No quarto capítulo, onde se encontra a “Implementação e Resultados” deste projeto, são apresentadas e explicadas todas as implementações realizadas bem como os resultados inerentes às mesmas.

Por último, na “Conclusão”, o autor faz não só uma reflexão sobre o projeto desenvolvido, mas indica também alguns futuros passos que poderão ser dados após este projeto para continuar a senda da melhoria contínua.

2. *LEAN MANUFACTURING*

2.1 Origem e definição

Em 1908, a Ford – empresa do sector automóvel sediada nos Estado Unidos da América - liderada então por Henry Ford adotou o Modelo T (vigésimo modelo da marca) capaz de alcançar dois objetivos fulcrais para a temática que iria alterar o paradigma de produção: um carro projetado para a manufatura e, também, amigo do consumidor (Womack, Jones, & Ross, 1992).

Este modelo tornou-se um marco na história industrial criando a filosofia de produção em série. Com esta filosofia, a Ford diminuiu o tempo de ciclo de uma tarefa de 514 para 2 minutos, permitindo reduzir o esforço humano, aumentar a produtividade e diminuir os custos com o aumento do volume produzido (Wood, 1992).

Porém, após a segunda guerra mundial, os fabricantes japoneses perceberam que não poderiam investir tanto dinheiro para construir instalações similares às dos EUA e, deste modo, a Toyota iniciou um longo processo de desenvolvimento e refinação dos processos (Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2010) que viria a substituir o sistema desenvolvido pela Ford.

Este sistema de fabricação funcional e operacional é diferente de qualquer outro sistema de manufatura – *Lean Production* (Black & Hunter, 2003).

Para Womack et al. (1992), *Lean Production* ou produção *Lean* combina as vantagens da produção artesanal com a produção em massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez desta última. Segundo o mesmo autor, produzir *Lean*, é produzir limpo – *Lean* significa magro em inglês – ou seja, extrair os excessos com base na utilização de menores quantidades de tudo, resultando numa maior produção com bem menos defeitos. Assim, a produção *Lean* é uma abordagem que consiste na adoção de medidas e métodos que, quando são usados em conjunto, têm potencial para criar uma organização mais saudável, e por sua vez, mais competitiva (Warnecke & Huser, 1995).

O conceito de produção *Lean* foi desenvolvido com o objetivo de maximizar a utilização dos recursos, através da minimização de desperdícios. Porém, mais tarde, foi formulada em resposta a um ambiente comercial flutuante e competitivo (Sundar, Balaji, & Satheeshkumar, 2014).

O conceito de produção *Lean* tem captado a atenção de vários investigadores, de tal forma que o método tenha sido exportado para o sector dos serviços. Apesar desta evolução, todas as definições seguem a mesma direção: a redução de tudo aquilo que não acrescente valor para a organização. Para suprimir este desperdício é necessário, entre outros, entender aquilo que o cliente valoriza de modo a eliminar processos desnecessários e controlar a produção consoante a procura do determinado produto.

2.1.1 Redução do desperdício e criação de valor

Denomina-se por desperdício toda a atividade que não acrescente valor para o cliente. No entanto, alguma atividades de suporte, apesar de serem consideradas desperdício, são inerentes ao bom funcionamento da organização, como por exemplo, o controlo financeiro (Melton, 2005).

No caso do processo produtivo é importante identificar e classificar problemas de fabricação que geram valor significativo, através da melhoria contínua de qualquer organização (Pavnaskar et al., 2010).

Para Cloete et al. (2012), o desperdício pode ser classificado em três conceitos distintos: *muda*, *mura* e *muri* (figura 1). *Muda* significa qualquer atividade desperdiçada ou qualquer obstrução ocorrida no fluxo de uma atividade produtiva, que reduza ou impeça o verdadeiro fluxo de produção (Spagnol, Li, & Newbold, 2013). Deste modo, Spagnol et al. (2013) considera que o conceito *muda* pode ser divido em sete grandes desperdícios:

- desperdício de tempo – tempo perdido em filas de espera, chegadas de materiais, tempo de espera dos recursos ou serviços;
- desperdício de movimentações – demasiadas movimentações desnecessárias;
- desperdício de inventário – grandes níveis de inventário que ocupem demasiado espaço ou que demorem muito tempo a serem consumidos;
- desperdício de processos – processos desnecessários que não acrescentem valor ao produto;
- desperdício de fazer produtos com defeitos – defeitos no processo de todo o produto;
- desperdício de transportes – excesso de transporte do produto;
- desperdício de superprodução – excesso de produção;

O conceito *muri* está associado ao excesso de carga e a exigências não razoáveis - circuitos de distribuição sobrecarregados, excesso de energia elétrica ou até uma maior procura do cliente ("GEMBA KAIZEN versus MUDA, MURA, MURI," 2017).

Por último, o conceito *mura* é utilizado para referir que existe uma grande variabilidade ou inconsistência no processo quer em termos de quantidade produzida quer em defeitos (Bortolotti, Boscari, & Danese, 2015).

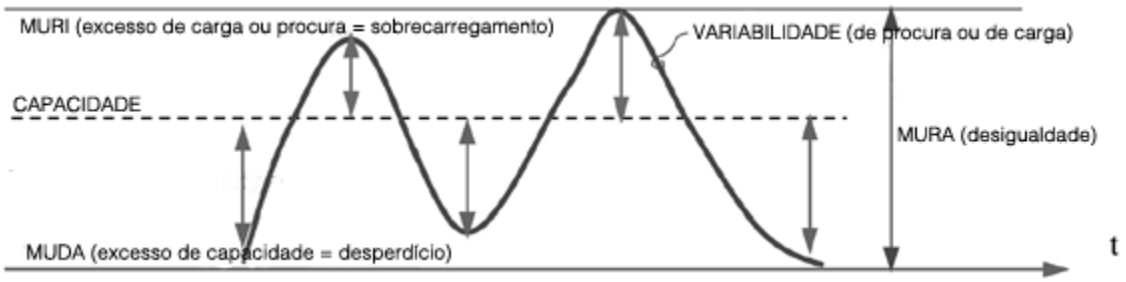


Figura 1 - Diferença entre muda, muri e mura (Adaptado de:"GEMBA KAIZEN versusMUDA, MURA, MURI," 2017)

Segundo Melton (2005), num processo inicial, os desperdícios poderão ser mais facilmente identificados pelo que, as mudanças podem acatar grandes lucros. A redução dos desperdícios, agregada aos processos de melhoria, fazem com que a empresa ganhe vantagens produtivas, diminuindo os custos de produção e tempos de ciclo.

Tal como foi mencionado anteriormente, a produção *Lean* contempla dois conceitos: redução de desperdício e criação de valor. A criação de valor assenta em cinco aspetos que deverão ser explorados pelas organizações (Duque & Cadavid, 2007):

- Especificar o valor – o que os clientes querem, quando e como eles querem o produto e quanto é que estão dispostos a pagar pelo mesmo;
- Fluxo de valor – processos ou atividades necessárias para entregar o produto ao cliente, desde o inicio do processo produtivo até ao cliente possuir o produto. Estas atividades dividem-se em três tipos: atividades que acrescentam valor; atividades que não acrescentam valor, mas que não podem ser retiradas (por exemplo: área financeira); e as atividades que não acrescentam valor e que podem/devem ser eliminadas.
- Fluxo contínuo – evitar produzir em lotes muito grandes que poderão atrasar a entrega ao cliente, sendo que a solução ideal pode passar por produzir em menores quantidades;
- Sistema *Pull* (puxado) – produzir apenas quando é necessário. Neste caso, espera-se que o cliente efetue a compra/encomenda para que os níveis de stock não sejam elevados;
- Perfeição e Melhoria contínua (*Kaizen*) – identificar e diminuir continuamente a quantidade de desperdícios, envolvendo cada colaborador no processo através da solicitação de ideias, tornando o trabalho mais fácil e mais agradável (Chen, Li, & Shady, 2010);

A identificação e a definição de proposição de valor para os clientes são o ponto de partida para o desenvolvimento de um processo robusto, de velocidade rápida, com as especificações corretas e a um baixo custo (Melton, 2005).

2.2 *Lean Thinking*

O pensamento *Lean* (*Lean Thinking*) subdivide-se em dois níveis: estratégico e operacional.

O pensamento estratégico, sendo centrado no cliente, aplica-se a todas as áreas da organização: produção, serviços ou distribuição. Por sua vez, o pensamento operacional abarca apenas o chão de fabrica (Hines, Holweg, & Rich, 2004).

O *Lean Thinking* não serve apenas para diminuir os desperdícios mas também para aumentar a eficiência de todos os processos, tendo sempre em consideração o cliente (Spagnol et al., 2013), seja este um processo ou o cliente final. Na figura 2, é possível verificar as diferenças

entre a aplicação mais operacional desta filosofia no chão de fábrica (composta por várias ferramentas) ao invés de uma perspetiva mais abstrata, que é o nível estratégico.

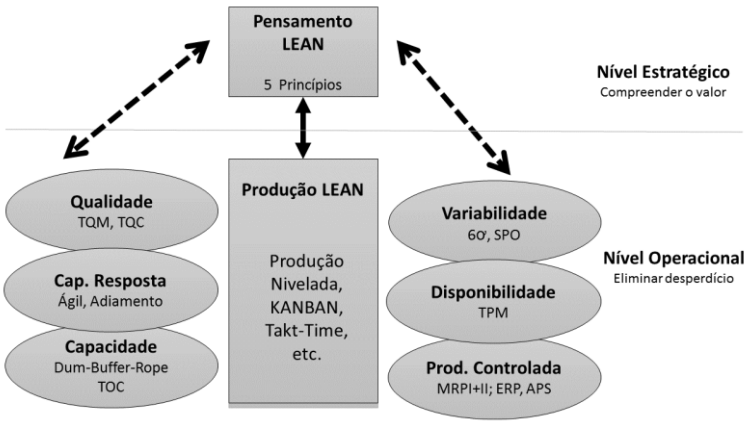


Figura 2 - Lean estratégico vs Lean operacional (adaptado de: Hines et al., 2004)

2.3 Ferramentas

Tal como referido anteriormente, num nível mais operacional podemos encontrar ferramentas que auxiliem o cumprimento dos objetivos do pensamento *Lean* – reduzir todos os desperdícios inerentes a um processo produtivo. Apesar de, inicialmente, estas ferramentas serem imitações da Toyota, hoje e após evoluções da própria filosofia, o *Lean* evoluiu com base nos cinco princípios e ultrapassou esta organização (Hines et al., 2004).

Estas ferramentas, segundo Melton (2005), são aplicadas com o objetivo de:

- desenhar processos que proporcionem valor para o cliente;
- reduzir ou até eliminar atividades que não acrescentem valor para o cliente;
- criar fluxo nos processos de produção, sendo este ativado consoante aquilo que o cliente ou o processo seguinte necessite;

Uma vez que cada caso é diferente, é de alta importância determinar quais as ferramentas a utilizar para cada situação (J. Chen et al., 2010). De destacar que o *Lean* não é apenas um conjunto de ferramentas mas sim, uma abordagem para melhorar todo o tipo de processos tendo sempre em atenção as práticas sociais inerentes à mudança (Fercoq, Lamouri, & Carbone, 2016). Seguidamente, serão expostas um conjunto de ferramentas que quando aplicadas no momento e no seguimento correto, alcançam resultados interessantes no que à filosofia *Lean* diz respeito.

2.3.1 *Kobetsu Kaizen*

A constituição da palavra *Kaizen* auxilia-nos na origem da definição do termo: "Kai" significa mudança, e "Zen" significa bom, ou seja, tratam-se de pequenas melhorias realizadas numa base contínua que envolve todas as pessoas da organização (Sütőová, Markulik, & Solc, 2012). Para o mesmo autor, *Kaizen* é uma cultura de melhoria contínua focalizada em eliminar as perdas em todos os sistemas e processos da organização. Este conceito privilegia um grande

número de pequenas melhorias em prol de algumas melhorias de grande valor, uma vez que estas são mais eficazes (Dogra, Sharma, Sachdeva, & Dureja, 2011).

A metodologia *Kobetsu Kaizen* inclui todas as tarefas que maximizam a eficiência global dos equipamentos, processos e plantas através da eliminação intransigente de perdas ocorridas do processo (Gupta & Garg, 2012). *Kobetsu Kaizen* começa com uma atividade de planeamento inicial que focaliza a sua aplicação onde terá o maior efeito dentro da organização (Sütőová et al., 2012), seguindo outros passos posteriormente.

Para Dogra et al. (2011), um projeto *Kobetsu Kaizen* deve de seguir os seguintes passos:

1. Selecionar o problema. Área a selecionar:
    i. Centro com baixa eficiência;
    ii. Centro com problemas de qualidade;
2. Estudo do problema. Ferramentas a usar:
    i. Diagrama de *Pareto*;
    ii. *Value Stream Mapping*;
    iii. Análise dos indicadores de eficiência;
3. Definir objetivo. Objetivos *SMART*:
    i. Simples;
    ii. Mensurável;
    iii. Atrativo;
    iv. Realista;
    v. Tempo limitado;
4. Causas raiz. Ferramentas a usar:
    i. 5 Porquês;
    ii. Árvore de desperdício;
    iii. Matriz de prioridades;
    iv. Seleção de ferramentas de melhoria;
5. Implementação de melhorias. Ferramenta a usar:
    i. *PDCA*;
6. Verificar. Comparar os resultados obtidos com valores inicias;
7. Normalizar:
    i. Criar normas;
    ii. Ciclo *SDCA*;
8. Partilha de boas práticas;

2.3.2 *Value Stream Mapping*

O *VSM* é definido como o processo de mapeamento dos fluxos de material e informação necessários para coordenar as atividades realizadas, tanto por fabricantes, como por fornecedores e distribuidores para a entrega dos produtos aos clientes (Sundar et al., 2014).

Este mapeamento de fluxo de valor é uma representação visual que utiliza símbolos, métricas e setas para mostrar o fluxo quer de stocks como de informação necessária para produzir um tipo de produto, sendo possível determinar onde ocorre o desperdício (Venkataraman, Ramnath, Kumar, & Elanchezhian, 2014). Para este autor, esta ferramenta serve não só para avaliar os processos de fabricação atuais como também para criar processos de estados ideais e futuros.

Por outro lado, esta é uma ferramenta que se concentra nas questões relativas à redução dos tempos dos processos (Pinto, 2008).

Antes de iniciar o mapeamento, existe a necessidade de concentrar todas as atividades numa só família de produtos (Rother & Shook, 1999). A família de produtos a escolher deve ser aquela que apresenta um maior peso para a organização.

Na fase seguinte será necessário recolher os seguintes dados (Venkataraman et al., 2014):

- tempo de ciclo – tempo necessário para executar um processo;
- tempo e quantidades presentes em filas de espera – tempo que a peça tem que aguardar para sofrer nova transformação;
- percentagem de qualidade – quantidade de peças boas pela quantidade de peças totais;

Depois de realizar o levantamento dos dados anteriores, segundo Rother et al. (1999), deverão ser seguidos os seguintes passos:

- desenhar o fornecedor e o cliente final, bem como os dados referentes a quantidades e datas de entrega;
- desenhar o ícone de transporte com que o produto chega à organização, bem como a frequência;
- desenhar o ícone de transporte com que o produto chega ao cliente, bem como a frequência;
- desenhar os processos básicos de produção através de caixas de processos (a caixa de processo termina onde os processos são separados e o fluxo de material para), sempre da esquerda para a direita;
- desenhar o ícone referente ao tipo de filosofia aplicada naquele processo, nomeadamente, se só é realizado quando o processo seguinte pedir (*Pull*) ou se é realizado consoante a disponibilidade do próprio processo (*Push*);
- desenhar uma caixa de dados e colocar de baixo de cada caixa de processo;

- completar essa caixa de dados com o tempo de ciclo, o tempo de mudança, o número de operadores necessários, a percentagem de qualidade e o tempo de trabalho disponível (exclui-se o tempo de descanso, reuniões e tempo de limpeza programado);
- desenhar através de um "triângulo de advertência" no local pretendido, a quantidade de stock acumulado bem como, o tempo que o produto se encontra nesse mesmo stock até ser consumido;
- desenhar ou adicionar outras informações relevantes;
- desenhar linhas de tempo desde a chegada de matéria prima até à chegada do produto ao cliente final;
- colocar o tempo de cada processo e o tempo de processamento;
- calcular o tempo de valor acrescentado (soma de todos os tempos de cada processo) e o *Lead Time* (soma de todos os tempos – tempo desde que o produto sai do fornecedor até chegar o cliente final);

Após concluído o desenho do estado atual, a organização estará em condições para desenvolver um plano de ações que levarão à diminuição do tempo de valor não acrescentado, respondendo mais rapidamente às variações da procura do cliente (Pinto, 2008).

2.3.3 Quadro de Gestão Visual

Uma das maiores dificuldades com que grande parte da gestão de topo das organizações se defronta diariamente é conseguir com que todos os colaboradores, sendo estes de primeira linha ou não, tenham conhecimento de todos os processos que estão envolvidos, desde a percentagem de defeitos que eles próprios cometem até à eficiência do centro de trabalho.

Com o intuito de combater esta questão, existem várias soluções que podem ser implementadas, entre os quais: o Quadro de Gestão Visual. Neste tipo de gestão visual podem ser implementados três tipos de dados (Hirano, 2009):

1. plano de trabalho atual e futuro - zona do quadro onde são colocados todos os dados referentes à produção, nomeadamente aquilo que a equipa deve de produzir no respetivo horário de trabalho;
2. dados relativos a defeitos – dados transmitidos através de gráficos onde é possível verificar a evolução dos defeitos ao longo de um determinado tempo;
3. indicadores de produção – dados relativos à produtividade/eficiência da equipa, onde também é possível verificar a evolução deste indicador ao longo do tempo;

Com estes três tipos de dados é possível, ao percorrer fábrica, monitorizar quais as equipas dentro dos padrões não só de qualidade, mas também em termos de eficiência. Quando se pretende supervisionar, em pouco tempo, todas as equipas da fábrica, recorre-se em muitos casos ao Quadro de Gestão Visual.

2.3.4 *Overall Equipment Effectiveness*

Também designado por *OEE*, o *Overall Equipment Effectiveness* é um indicador utilizado como forma de gestão e melhoria contínua de máquinas e equipamentos, frequentemente utilizado para identificar perdas reduzindo os custos de produção através, por exemplo, da redução de tempos de fabrico permitindo observar e aumentar a eficiência da fábrica de produção (More, Ugale, & Unawane, 2016). O *OEE* é uma medida de valor agregado à produção, através do equipamento, em função da disponibilidade da máquina, da eficiência do desempenho e da percentagem de qualidade (Chand & Shirvani, 2000). Estes termos ajudam a melhorar a eficiência, a eficácia e a classificar essas perdas básicas de produtividade que ocorrem dentro do local de produção.

Assim, e tal como referido anteriormente, para Chand et al. (2000), o OEE pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$OEE = Disponibilidade * Velocidade * Qualidade$$

Para o mesmo autor, a disponibilidade pode ser compreendida como:

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ trabalho - Tempo\ do\ equipamento\ parado}{Tempo\ de\ trabalho} * 100$$

Já a velocidade deve de ser entendida como:

$$Velocidade = \frac{TCiclo\ Teórico * Quantidade\ produzida}{Tempo\ de\ trabalho - Tempo\ do\ equipamento\ parado} * 100$$

Em relação à qualidade, a fórmula é a seguinte:

$$Qualidade = \frac{Quantidade\ de\ peças\ boas}{Quantidade\ de\ peças\ produzidas} * 100$$

Assim, o *OEE* pode ser calculado da seguinte forma:

$$OEE = \left(\frac{Tempo\ de\ trabalho - Tempo\ do\ equipamento\ parado}{Tempo\ de\ trabalho} * \frac{TCiclo\ teórico * Quantidade\ de\ peças\ produzidas}{Tempo\ de\ trabalho - Tempo\ do\ equipamento\ parado} * \frac{Quantidade\ de\ peças\ boas}{Quantidade\ de\ peças\ produzidas}\right) * 100$$

Que quando simplificado, assumirá a seguinte fórmula:

$$OEE = \frac{TCiclo\ teórico * Quantidade\ de\ peças\ boas}{Tempo\ de\ trabalho}$$

Numa primeira fase, a aplicação de *OEE* serve para medir o desempenho inicial de cada sector da fábrica sendo que, numa segunda fase, após implementações de novas soluções, será

apurado, através de uma nova medição, os valores que quando comparados com os anteriores dão uma visão clara da melhoria alcançada (Dal, Tugwell, & Greatbanks, 2000).

2.3.5 Análise de *Pareto*

A análise de *Pareto* é uma técnica usada para priorizar possíveis mudanças que permitam melhorias da situação atual (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014). Para este autor, esta análise utiliza o princípio da "regra 80/20" em que, 20% das causas gera 80% dos resultados. Esta análise deve seguir os seguintes passos:

- identificar o problema;
- identificar as causas para esse problema;
- verificar as ocorrências de cada causa;
- transparecer para um gráfico, ou uma tabela, a percentagem de cada ocorrência face às ocorrências totais;

2.3.6 5 Porquês

Depois de reconhecer qualquer problema é importante identificar a causa raiz e reduzi-la ou removê-la (Chen et al., 2010). Para estes autores, este método é um processo que se inicia na identificação de um problema especifico, seguido de uma série de questões "Porque acontece" sistemáticas que levam à razão primordial.

Aqui a pergunta 'Porquê' é questionada contra o problema por cinco vezes, dentro do qual a solução é alcançada (Womack et al., 1992). Se a resposta dada não identificar a causa raiz do problema inicial, então voltaremos a questionar até alcançar o objetivo: descobrir o verdadeiro motivo de cada problema.

2.3.7 Fluxo Contínuo

O fluxo contínuo é provavelmente, o conceito *Lean* mais difícil de entender uma vez que é o conceito que mais contradiz os sistemas de produção em massa (Melton, 2005) dado vivermos numa era em que o "maior é melhor" e "se algo é bom, mais é melhor" (Akers, 2014).

O fluxo contínuo refere uma prática de produção contínua, em que se produz uma peça de cada vez e que cada item é passado imediatamente para uma etapa seguinte do processo sem existir nenhuma estagnação pelo meio (Rother et al., 1999). Assim, a ideia de criar um fluxo contínuo é poder fabricar produtos ou serviços ao ritmo a que são pedidos pelo cliente (Pinto, 2008).

A capacidade de abandonar a mentalidade do lote e ajustar os processos para aceitar o movimento mais contínuo de produtos permite que, através de uma linha de produção, sejam acionados mecanismos de pedidos de clientes ajustados aos processos (Duque & Cadavid, 2007).

Para Akers (2014), o processo de produção em lotes consome espaço, equipamento, recursos humanos e, principalmente, dinheiro. Segundo o mesmo autor, ao ter a capacidade de produzir

em fluxo contínuo, será possível inspecionar mais facilmente uma peça do que um lote de, por exemplo 100 peças, sendo possível avisar/corrigir o processo anterior o mais rapidamente possível. Outras das claras vantagens desta filosofia é a redução do dinheiro empatado em stocks intermédios ou em inventário que terá valores muito inferiores ou até mesmo zero quando comparados com a produção em lotes. Porém, quanto mais rápido for a expedição menor será o prazo de recebimento dos clientes.

2.3.8 *Takt Time*

Originária do dicionário alemão, a palavra *Takt* descreve a batuta que o maestro usa para controlar a velocidade, batida e sincronização da sua orquestra, contudo, transcrevendo a palavra para o meio industrial, refere-se à frequência com que uma peça ou componente deve ser produzido para atender a procura dos clientes ou do processo seguinte (Ar & Al-Ashraf, 2012).

Segundo Chen et al. (2010), o *Takt Time* pode ser apresentado através da seguinte fórmula:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível}{Procura\ do\ cliente}$$

O *Takt Time* ajuda a tornar mais fácil a capacidade de cálculo num fluxo difícil e ajuda a perceber quais as velocidades necessárias das máquinas ou de outras ferramentas (Rohani & Zahraee, 2015).

2.3.9 Balanceamento

No ambiente atual, existe uma grande flutuação na procura do cliente, que conduz a uma grande variabilidade na produção (Sundar et al., 2014). Para tal, é prática comum nas organizações uma procura constante em balancear as capacidades produtivas com os recursos existentes, ou seja, procura alcançar uma situação em que a capacidade de todos os recursos esteja aproximadamente equilibrada entre si (Souza & Pires, 1999), evitando que a empresa perca vendas por falta de matéria prima ou que aumente os custos de armazenamento por excesso de capacidade dos seus recursos.

Num estudo de balanceamento do fluxo produtivo, deve ser dada a máxima atenção aos recursos gargalos, uma vez que determina a capacidade produtiva e o tamanho dos lotes, representando a forma como a carga fluirá entre os centros de operações tendo grande influência no lead time, no tempo de espera e no tamanho de stocks intermédios (Silva, Pinto, & Subramanian, 2007).

O balanceamento é medido através do nível desejado de produção que, por sua vez é igual ao *Takt Time* (Aguiar, Peinado, & Graeml, 2007) sendo possível associar a procura do processo seguinte ao tempo disponível do processo atual.

2.3.10 *Single-Minute of Exchange Die*

O *SMED* é uma técnica que foi primordialmente desenvolvida pela empresa Toyota, com o objetivo de resolver problemas que possam surgir com a produção de uma grande variedade de produtos mas em menos quantidades, bem como diminuir o inventário e melhorar a capacidade de resposta rápida relativamente ao sistema de produção e ao cliente final (S. Chen, Fan, Xiong, & Zhang, 2016). Esta metodologia consiste em reduzir o tempo de mudança de ferramenta.

O tempo de mudança é definido como o período entre o último bom produto da ordem de produção anterior que sai da máquina e o primeiro produto bom que sai da seguinte ordem de produção (Ferradás & Salonitis, 2013).

Para este autor, a metodologia de *SMED* é formado por quatro fases:

- separar as atividades internas (atividades em que a máquina tem que estar parada) das atividades externas (atividades em que a máquina pode estar em funcionamento);
- converter atividades internas em atividades externas diminuindo o tempo em que a máquina se encontra parada (Ferradás et al., 2013);
- simplificar as atividades internas através de atividades em paralelo com outro operador, apertos mais simples e iguais (Sundar et al., 2014);
- padronizar o tempo de mudança através de visualizações constantes e implementação de normas;

Assim, esta metodologia resulta em dois principais benefícios: aumento da capacidade de produção e melhoria da flexibilidade do equipamento permitindo reduzir o tamanho dos lotes, de forma a criar um fluxo de materiais e eliminando o tempo de espera (Ferradás et al., 2013).

2.3.11 Diagrama de *Spaghetti*

Existem operações que, apesar de não acrescentarem valor, são vistas como uma necessidade para as organizações conseguirem entregar o seu produto ao cliente final, como por exemplo, o transporte associado à entrega. Por outro lado, essas mesmas operações de transporte ou movimentações devem ser vistas como uma oportunidade de melhoria para o meio envolvente. Deste modo, através do Diagrama de *Spaghetti* é possível visualizar o movimento que um transportador ou um operador realiza ao longo de uma operação (Bauer, Ganschar, & Gerlach, 2014). Esta representação tem a vantagem de poder visualizar dois tipos de desperdício - transporte e movimentação (Rauch, Damian, Holzner, & Matt, 2016), muito rapidamente, bem como verificar em que local existe uma maior abundância de tarefas. Na figura 3 encontra-se representado um exemplo de um diagrama de Spaghetti.

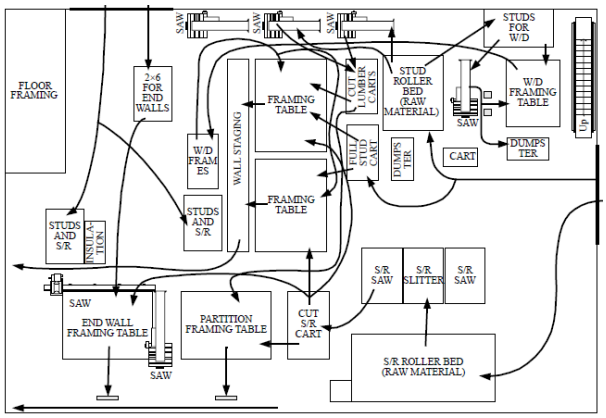


Figura 3 - Exemplo de um diagrama de Spaghetti (Fonte: Nahmens & Mullens, 2008)

2.3.12 Simulação

Diversos fatores afetam a movimentação de materiais dentro de um ambiente fabril, tornando-se cada vez mais complexo alterar a planta de um local da fábrica (Nyemba & Mbohwa, 2016). Assim, existe a necessidade de realizar simulações recorrendo a softwares criados para esse efeito, de forma a visualizar quais os impactos das alterações na organização.

Para realizar um estudo de simulação deve-se de seguir os seguintes passos:

1. formular o problema e planear o estudo;
2. recolher dados e definir modelo conceptual;
3. construir o modelo lógico e verificar;
4. efetuar teste piloto;
5. efetuar o desenho de experiências;
6. executar o modelo para obter os dados;
7. analisar os dados;
8. documentar, apresentar e utilizar os resultados;

2.4.13 Modelo de Gestão de Competências

O talento humano é, por si só, uma grande vantagem para qualquer organização, pelo que fazer usufruto das competências do mesmo é de elevada importância (Fazel, Soltani, & Rafiee, 2016). Segundo Sancher et al. (2006) citado por Fazel et al. (2016), pode definir-se competências como um conjunto de conhecimentos, caraterísticas, atitudes e habilidades que afetam o trabalho de todos os operadores.

O modelo de gestão de competências tem como objetivo encorajar o desenvolvimento individual de cada colaborador (Rocha, Passador, & Shinyashiki, 2017) com base na padronização de cada uma das tarefas, avaliando-o consoante o seu desempenho.

Apesar de ser desejado que todos os colaboradores tenham todas as competências, objetivo esse que nunca será atingido mas que qualquer organização almeja alcançar, é de extrema importância entender quais as competências necessárias para o futuro de cada colaborador

(Palšaitis, Čižiūnienė, & Vaičiūtė, 2017). O modelo de gestão de competências consiste na formação de operadores analisando de seguida a evolução de um indicador, nomeadamente, o indicador de competência a realizar em cada tipo de tarefa.

3. A ORGANIZAÇÃO VISTA ALEGRE E O PROCESSO PRODUTIVO

3.1 História

Fundada em 1824 por José Ferreira Pinto Basto, no lugar da Vista Alegre, em Ílhavo, a VA foi a primeira fábrica a dedicar-se à produção de porcelana em Portugal. Contudo, este inicio de produção de porcelana iniciou-se apenas em 1835, sendo que até esta data a sua atividade destinava-se à produção de vidro.

Com o passar dos anos, a produção adquiriu um tom romântico e lírico sendo introduzidas técnicas mecânicas de decoração. Na transição para o século XX, a crise social e politica que atravessou o país aliado à má gestão financeira, originou dificuldades para a organização. Até que em 1924, com a nomeação de João Theodoro Ferreira Pinto Basto como Administrador, verificou-se uma renovação na área industrial e, por consequência, o crescimento da VA.

Na década de 1980, a organização iniciou uma inevitável estratégia de internacionalização que surgiu na necessidade de não estagnar o produto dentro de Portugal. Esta estratégia assentou em premissas que são tidas em conta até aos dias de hoje: apostar em mercados com afinidades culturais e/ou proximidade geográfica e que apresentem um crescimento com potencial suficiente, de forma a obter o mais rápido retorno do investimento. Deste modo, em 1986, procedeu-se à criação da Vista Alegre Espanha.

Em 1987, de forma a aumentar a capacidade financeira, o grupo VA passou a ser cotado em bolsa nas Bolsas de Valores de Lisboa e Porto. Passado dez anos dá-se a primeira de duas fusões: a VA une-se com o grupo Cerexport, sediado na zona industrial da Taboeira em Aveiro. Esta união originou, aproximadamente, uma duplicação do volume de negócios da Vista Alegre.

A segunda fusão aconteceu passado quatro anos, em 2001, com a junção do Grupo Vista Alegre ao Grupo Atlantis. Esta junção originou o Grupo Vista Alegre Atlantis, que se tornou o maior grupo nacional, e o sexto maior do mundo, na venda de louça. Também com esta junção, a VA volta às origens, uma vez que o Grupo Atlantis produzia cristal e vidro manual.

Devido aos maus resultados financeiros do grupo e ao crash de 2008, o ano de 2009 ficou marcado pela compra do Grupo Vista Alegre Atlantis por parte do Grupo Visabeira que atualmente detém cerca de 82% do capital. Em 2014, realizou-se um investimento de cerca de vinte milhões de euros que visou a requalificação do museu e o palácio existente no lugar Vista Alegre em Ílhavo.

Para responder à procura do Grupo *IKEA*, também em 2014, foi criado a Ria Stone, uma empresa do Grupo Vista Alegre Atlantis, e por consequente do Grupo Visabeira. Esta organização foca-se em vender apenas produtos para o *IKEA* produzindo, em média, um prato por segundo.

3.2 Produtos

Tal como referido anteriormente, a Vista Alegre foca-se na produção e venda de peças em porcelana tais como: figuras e porcelana de mesa, como se encontra representado na figura 4.

Figura 4 - Tipos de produtos fabricados na Vista Alegre (Fonte: https://vistaalegre.com/pt/)

Os produtos fabricados na VA são vistos como um produto de elevada qualidade e, como tal, os custos inerentes à realização dos mesmos são avultados. O segmento do cliente VA é médio-alto, originando a que nem todos os consumidores tenham capacidade de compra destes produtos. Para tal, e tal como referido anteriormente, o grupo optou por criar outro segmento: os produtos IKEA mais baratos e com menor qualidade.

3.3 Recursos Humanos

O Grupo Vista Alegre Atlantis é composto por 1409 funcionários distribuídos por todas as fábricas e lojas do grupo. A fábrica Vista Alegre em Ílhavo é composta por 622 funcionários.

No gráfico da figura 5 é possível verificar que conforme o grau académico aumenta, a média de idades dos colaboradores da organização diminui. Este fenómeno verifica-se ao longo dos tempos comprovando que a Vista Alegre tenta apostar cada vez mais em pessoas jovens e qualificadas.

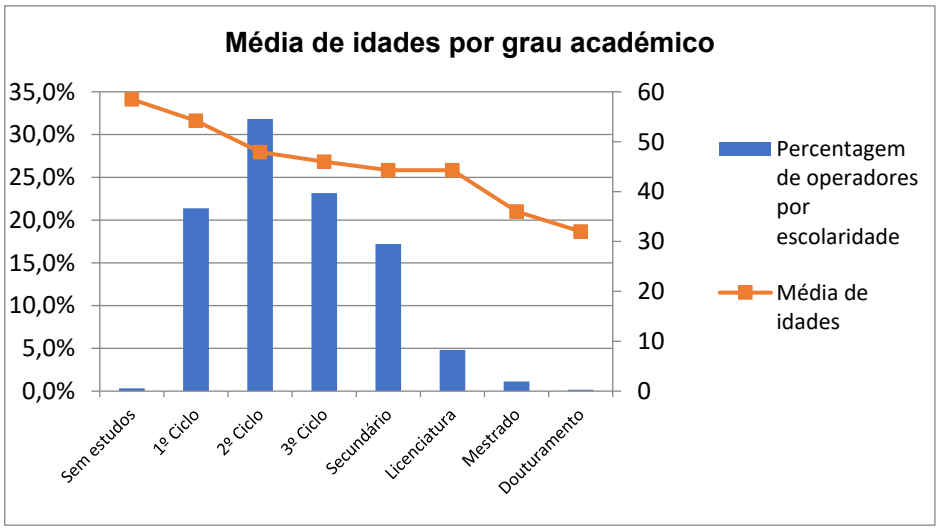


Figura 5 - Média de idades por grau académico na Vista Alegre

Também é possível verificar que dois em cada três trabalhadores são mulheres. Este valor acentuado deve-se ao facto de existir toda a vertente decorativa das peças, em que é necessário um trabalho minucioso, e aí a organização aposta mais no género feminino porque acredita que estas têm uma maior valência para essa posição (figura 6).

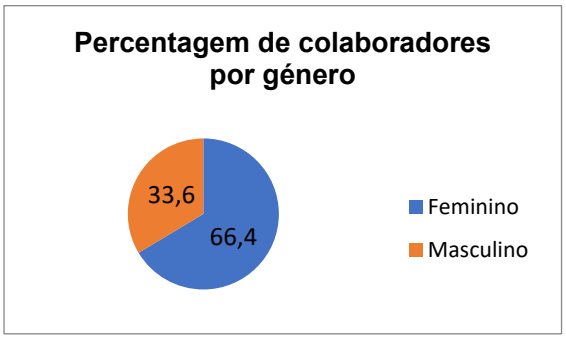


Figura 6 - Percentagem de colaboradores por género na Vista Alegre

Por último, também é possível verificar que os membros existentes na organização foram admitidos, maioritariamente, entre os anos de 1976 e 1995, pelo que comprova que grande parte da idade dos colaboradores é superior aos 40 anos (figura 7).

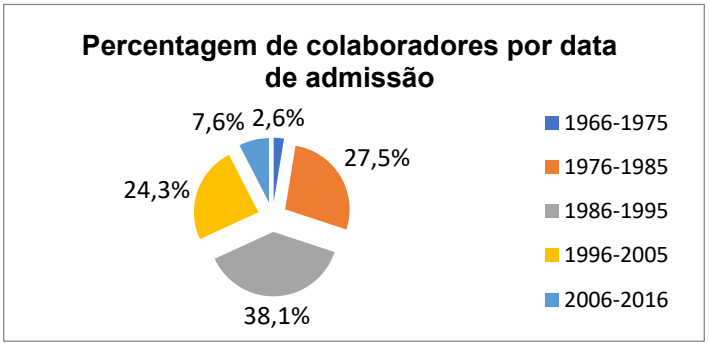


Figura 7 - Percentagem de colaboradores por data de admissão na Vista Alegre

3.4 Mercados

Segundo os dados apresentados no relatório de contas de 2016, a Vista Alegre faturou cerca de 36,6 milhões de euros. Deste valor 56,9% são vendas no mercado interno, ao invés dos restantes 43,1% que corresponde ao mercado externo.

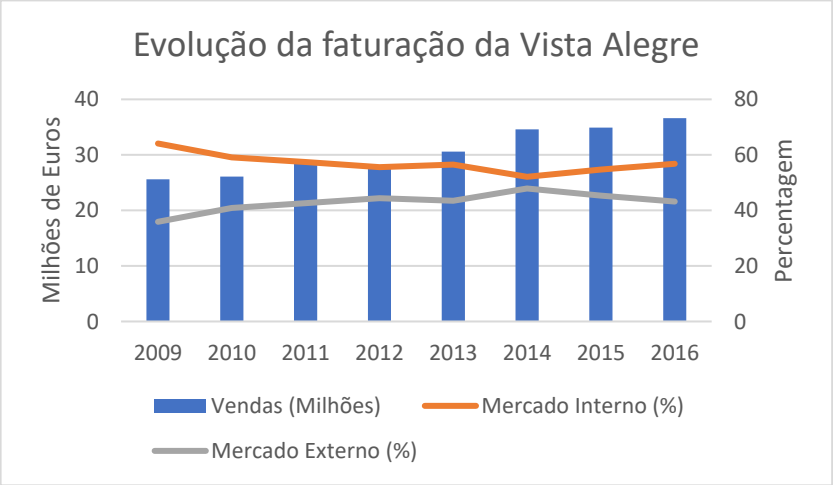


Figura 8 - Evolução da faturação da Vista Alegre

Como é possível observar na figura 8, no último ano, a faturação anual aumentou cerca de 43% face a 2009. Já a diferença entre a percentagem do mercado interno e a percentagem do mercado externo tem sofrido alterações ao longo dos anos observando que, também face a 2009, a VA tem diminuindo essa diferença atingindo valores de proximidade históricos no ano de 2014.

3.5 Processo produtivo – peças em branco

Na produção de peças cerâmicas podem ser utilizadas várias matérias-primas conforme o objetivo final da organização. Na Vista Alegre essa matéria-prima concentra-se na mistura de feldspato, caulino e quartzo originando uma espécie de pasta. Esta fase é das mais importantes de todo o processo produtivo da organização uma vez que a fraca qualidade da pasta corresponde a uma não qualidade nos processos consequentes. Na VA existem quatro tipos de métodos de conformação e, assim, a pasta pode ter quatro tipos de tratamento:

- Enchimento manual: neste processo a pasta, em estado liquido (lambugem), é colocada em formas de gesso. Depois da lambugem repousar nas formas de gesso, esta é vertida e através da absorção da água, origina a peça final (figura 9).

Figura 9 - Processo produtivo via enchimento manual

- Contramoldagem: para este processo, a pasta deixa de ter um estado liquido e passa a possuir um estado sólido através da extração da água. Em estado sólido estes ganham uma forma cilíndrica apelidadas de “charutos”. Por último, estes são cortados conforme a peça desejada e são colocados em formas de gesso sofrendo uma pressão através de uma cabeça metálica com o molde pretendido, alcançando assim a forma da peça final (figura 10).

Figura 10 - Processo produtivo via contramoldagem

- Enchimento de alta pressão: a pasta, em estado liquido, é colocada em moldes de resina, sendo submetida a altas pressões e originando a peça desejada no molde (figura 11).

Figura 11 - Processo produtivo via enchimento da alta pressão

- Prensas isostáticas: a pasta é submetida a altas temperaturas por forma a evaporar a água existente, obtendo-se assim um granulado muito idêntico a areia. Esta areia é depositada no molde das prensas obtendo a forma da peça (figura 12).

Figura 12 - Processo produtivo via prensas isostáticas

Depois da peça obter a forma muito similar ao produto final (processo de conformação), esta entra na fase de acabamento onde poderão ser retirados alguns resíduos e ser esponjados conforme o final pretendido.

Para ganhar consistência e resistência para os processos seguintes, as peças são colocadas em fornos, que são apelidados de “chacote”. Depois de ganhar essa resistência, as peças estão aptas a ser vidradas através da emersão em tinas de vidro, com o objetivo de ganhar a cor branca comum na louça. Depois da operação de vidração, as peças são, mais uma vez, colocadas num forno, estando prontas para ser entregues à operação de escolha.

A escolha do produto, como último passo, pode ser categorizado em três partes: categoria 1, categoria 2 ou refugo. Na categoria 1 encontram-se as peças com maior qualidade que, segundo o estabelecido, pode ser vendido em qualquer loja do grupo. Já na categoria 2

encontram-se as peças que, apesar de serem encontradas alguns defeitos não são suficientemente grandes, e como tal, podem ser vendidos em lojas com preços mais acessíveis como o caso de Vista Alegre Outlet. Por último, no refugo, encontram-se aquelas peças que possuem ou muitos defeitos ou defeitos com muita gravidade, pelo que não podem ser vendidos em qualquer loja do grupo.

3.6 Processo produtivo pelas prensas isostáticas

As empresas industriais têm ao seu dispor as ferramentas necessárias para organizarem o seu processo produtivo. A produção numa empresa deve ser realizada da forma mais eficiente possível, garantindo a satisfação do cliente, redução de custos e manter os níveis de qualidade esperados.

Na indústria cerâmica, a produção de peças de porcelana em branco é feita através das prensas isostáticas e requer a passagem por várias fases até alcançar o produto pretendido.

Na figura 13 está representado o fluxograma do produto em que F3 e F4 correspondem aos fornos utilizados no processo produtivo pelas prensas isostáticas.

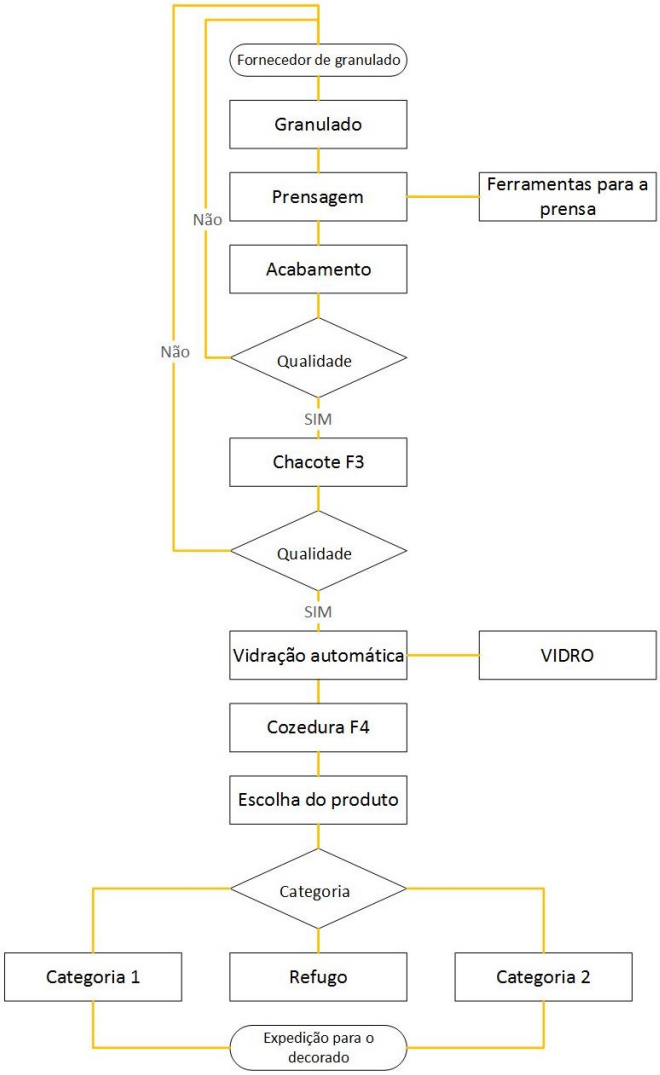


Figura 13 - Fluxograma do processo produtivo pelas prensas isostáticas

O processo produtivo, pela prensagem, inicia-se pela adição de granulado cerâmico à ferramenta da prensa que, depois de comprimido, dá origem à peça, consoante o molde existente. De seguida, não são apenas retirados os rebordos da peça como também é esponjado, dando origem à forma do produto final pretendido. No final desta fase, cada operador transporta o produto para umas placas que estão num tapete e que tem como destino final o F3, verificando a qualidade da peça que está a ser fabricada.

Após introdução das peças no F3, estas são submetidas a altas temperaturas dando origem à primeira cozedura, que poderá durar entre 14 a 18 horas consoante a programação definida. No final do forno, a peça já tem resistência para superar as operações seguintes.

Antes de passar para a próxima etapa do processo, todas as peças são submetidas a um rigoroso controlo de qualidade. Só quando a peça for aprovada, em termos de qualidade, é que pode avançar para o processo seguinte.

No processo de vidração automática, o processo posterior ao F3, as peças são submersas em vidro transparente e enfornadas (processo de colocar as peças no forno) em vagonas com a duração de 6 horas e 15 minutos. No processo subsequente ao da vidração, encontra-se a roçagem onde os fretes dos pratos ficam lisos e menos ásperos, obtendo a peça final desejada e pronta para ser escolhida.

Depois de escolhidas, as peças são embaladas e transportadas para outra área da unidade fabril, apelidado de “Decorado”, onde se procederá à decoração do prato.

3.7 Estado atual do centro de trabalho

O presente estudo concentra-se no centro de trabalho das prensas, sendo que nunca se pode esquecer que este é um sistema integrado e, como tal, qualquer alteração no centro, terá efeitos nos processos a jusante e a montante e vice-versa.

Este centro de trabalho é composto por quatro prensas isostáticas às quais estão anexadas mesas de acabamento automáticas (anexo A.1). Duas dessas mesas estão programadas apenas para peças simétricas sendo que as outras duas podem acabar tanto peças simétricas como peças assimétricas. Cada prensa contém uma consola onde, através de vários sensores, consegue transmitir para o software utilizado na organização, o *SAP*, a quantidade de peças boas, quantidade de refugo, o tempo e o motivo de cada paragem, por cada turno. Aliado a isso, consegue transmitir, em tempo real, algumas informações necessárias para os operadores, nomeadamente, o tempo de ciclo real.

Este centro de trabalho é constituído por quatro equipas de dois elementos, com o intuito de conseguir trabalhar vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana. Durante o turno do dia que ocorre entre as 8 e as 16 horas, existe o auxilio de mais um colaborador polivalente, que presta apoio a todas as tarefas necessárias.

Neste centro observamos que a cadência com que cada peça fica pronta é de apenas dez segundos no processo anterior ao F3, nas prensas. Por sua vez, o F3 é relativamente lento, o

que dificulta o seguimento contínuo da produção. Assim, concluiu-se que seria mais vantajoso se este processo fosse realizado apenas com o funcionamento de três prensas ficando uma parada. O tempo de paragem de uma quarta prensa normalmente é usado para a manutenção da mesma.

O F3 acolhe todas as peças realizadas nos dois centros de trabalho: prensas e pires. Para combater o excesso de peças provenientes dos centros, existe uma zona pulmão onde são armazenadas as peças em excesso (anexo A.2), e que posteriormente entram no forno. Este pulmão também ajuda a precaver alguma falha nestes centros de trabalho, como por exemplo as avarias de máquinas.

3.8 Objetivo

Uma vez que a produção do centro prensas corresponde a 57% das vendas totais da organização, existe a necessidade de garantir altos níveis de eficiência. É neste contexto que surge o tema deste projeto: garantir que quando uma prensa se encontra a trabalhar, apresente altos níveis de eficiência contribuindo para o aumento da eficiência global do centro. Aliado ao aumento da eficiência, e numa perspetiva mais macro da organização, é importante ainda diminuir o stock intermédio durante os processos.

Por último, é desejo da organização que cada operador se consiga adaptar a qualquer tipo de trabalho, pelo que, um outro objetivo será também aumentar essa polivalência dos operadores do centro de trabalho prensas.

4. IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

4.1 Estudo do problema

4.1.1 VSM

Para compreender melhor todo o processo de fabrico das peças por prensagem, foi iniciado o estudo do mapeamento da cadeira de valor, através da recolha de tempos e de observação direta no terreno.

O processo produtivo deste centro de trabalho é muito semelhante para todos os tipos de peças. Contudo, para fazer uma análise mais aprofundada, foi necessário escolher apenas um produto. Assim, foi realizado um estudo com o objetivo de selecionar o produto que mais vendas possui.

No anexo B, encontram-se representadas as 20 referências mais vendidas desde janeiro a outubro de 2016. Como é possível verificar, o produto "*Pb Pr. Raso 027 Estoril 650/27"* foi a referência mais vendida e, como tal, é este prato que irá ser estudado para a realização do *VSM*.

Depois de escolhido o produto em estudo é necessário recolher os seguintes dados:

- tempo de ciclo de cada operação;
- taxa de defeitos em cada operação;
- quantidade de peças em espera;
- tamanho de cada lote;

Os dois primeiros parâmetros foram recolhidos através do sistema integrado de gestão *SAP* onde, através da referência da peça, foi possível ter acesso a esses tempos. Contudo, os restantes dados apenas puderam ser recolhidos através da visita ao terreno. Sabendo a quantidade de peças em espera, o tamanho do lote e o tempo de ciclo do processo seguinte, é possível transpor para tempo a quantidade de peças em espera, através da seguinte fórmula:

$$Tempo\ em\ espera = \frac{Quantidade\ de\ peças\ em\ espera}{Tamanho\ do\ lote * Tempo\ de\ ciclo}$$

Um outro dado relevante para a utilização desta ferramenta é conhecer a taxa de rejeição referente a cada processo. Como tal, e mais uma vez, recorreu-se à utilização do software *SAP* onde foi possível retirar a quantidade de peças boas e de refugo ao longo do último ano:

$$\%\ Rejeição = \frac{Quantidade\ de\ refugo}{Quantidade\ de\ refugo + Quantidade\ de\ peças\ boas}$$

Na figura 14, encontra-se o *VSM* do processo produtivo com a origem desde o fornecedor de granulado até ao último processo da unidade fabril: a plastificação (processo imediatamente anterior ao transporte para a outra unidade do centro).

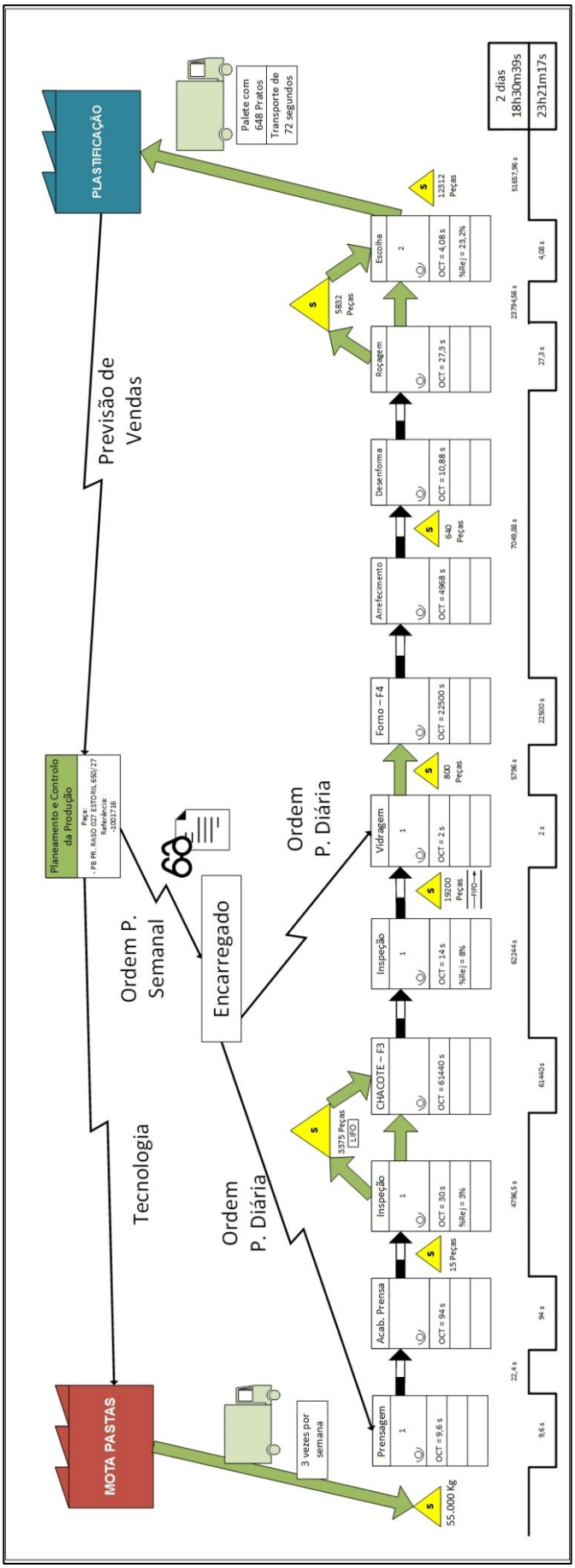


Figura 14 - VSM do processo produtivo via prensas isostáticas

Como é possível verificar no *VSM*, o *Lead Time* do processo e o tempo de valor acrescentado do mesmo, apresentam valores muito díspares, sendo que, o *Lead Time* é de 2 dias, 18 horas, 30 minutos e 39 segundos, enquanto que o tempo de valor acrescentado é de apenas 23 horas, 21 minutos e 17 segundos.

Apesar de valores muito diferentes, é necessário ter em consideração que estão incluídos no tempo de valor acrescentado, os tempos de ciclo dos dois fornos, F3 e F4, que representam 99,8% do tempo. Caso não fosse considerado o tempo em que as peças se encontram no forno, o tempo de valor acrescentado seria de apenas de 2 minutos e 17 segundos.

Depois da saída das peças do F3 é possível verificar um elevado nível de stock com cerca de 19200 peças. O número elevado de peças em stock surge das restrições dos processos das máquinas de vidração automática e do F4. As máquinas de vidração automáticas têm a condicionante de apenas conseguirem produzir uma referência de cada vez, e o F4 tem a condicionante da baixa cadência com que as peças entram no forno.

Entre o processo de roçagem e a escolha de peças observa-se um stock elevado, que surge da diferença do tempo de trabalho das duas áreas: a vidração e a roçagem que ocorrem vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana, enquanto que o processo de escolha é composto por apenas dois turnos de oito horas cada, cinco dias por semana. Este valor de stock é muito elevado no início da semana uma vez que são acumuladas peças durante o fim de semana. Contudo, este valor é bastante inferior ou mesmo nulo no final da semana, uma vez que o processo de escolha é consideravelmente mais rápido que os processos a montante.

Um outro valor que se destaca é o de 23,2% de taxa de rejeição na escolha do produto final. Para além dos defeitos naturais que advêm do processo de vidração e também do forno, o tempo de espera que as peças ficam à saída do F3 aumentam a possibilidade de defeitos, uma vez que as peças estão expostas ao meio ambiente.

Depois de analisado o *VSM*, é possível verificar que o elevado *Lead Time* do processo se deve ao elevado número de peças em stock não só no final do F3, mas também imediatamente antes de ir para o cliente final onde é transferido em lotes de 648 pratos. De realçar que todo este tempo despendido em atividades que não acrescentem valor provoca o aumento dos custos de produção e a diminuição da facilidade em responder à procura do cliente.

4.1.2 Gestão Visual – Quadro de Gestão Visual/Quadro de *Kaizen* Diário

Diariamente, no início de cada turno, todos os operadores têm uma reunião de *Kaizen* diário onde são analisados alguns indicadores em relação ao centro de trabalho em causa e ainda são verificadas as tarefas a realizar no respetivo turno, que se encontram expostos num quadro com as três áreas: prensas, pires e vidração. Esta reunião realizada pelas equipas é uma temática aceite por todos os operadores e é vista como uma mais valia para a organização.

Com o início deste projeto surgiu a necessidade de participação de todos os operadores para que pudessem verificar a evolução dos indicadores apurados pelo trabalho deles. Assim foi indispensável reformular o Quadro de *Kaizen* Diário, alterando não só os indicadores mas também a organização do espaço. Estas alterações foram também realizadas para que os operadores se revissem neste mesmo quadro, algo que não acontecia anteriormente.

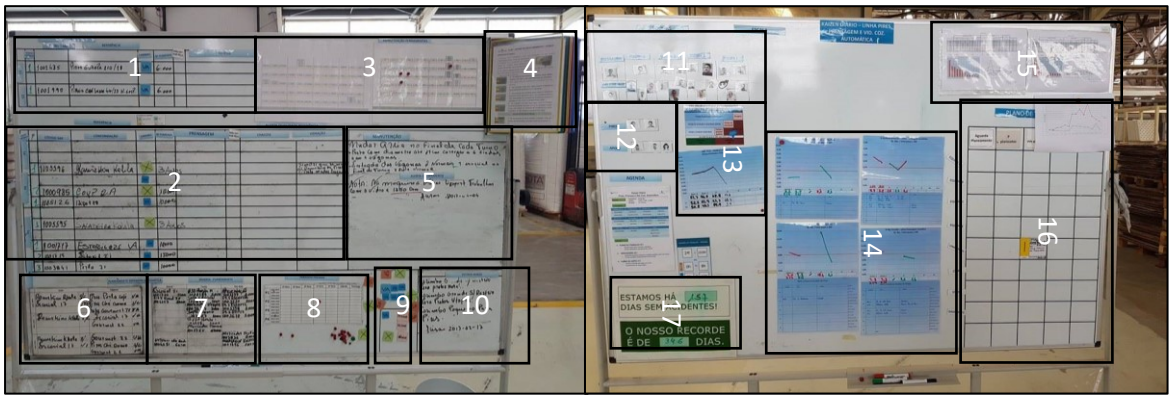


Figura 15 - Quadro de Kaizen Diário antes das alterações

Na figura 15 encontra-se o estado inicial do Quadro de *Kaizen* Diário onde se encontram os seguintes dados:

1. Plano de trabalho da equipa de Pires;
2. Plano de trabalho da equipa de Prensas;
3. Manutenção de ferramentas;
4. Procedimentos diários de cada centro de trabalho;
5. Avisos;
6. Plano de trabalho da equipa de Vidração;
7. Referências para prensas;
8. Aviso de paragem planeada das prensas;
9. Zona de etiquetas;
10. Avisos da equipa de Manutenção;
11. Fotografias com as equipas de Vidração e Prensas;
12. Fotografias com a equipa de Pires;
13. *OEE* da equipa de Pires;
14. Indicadores de Qualidade de Pires e Prensas diário;
15. Indicadores de Qualidade de Pires e Prensas mensal;
16. Quadro PDCA – Lançamento de ações de melhoria;
17. Evolução da Segurança no trabalho;

Apesar de, neste quadro, se encontrarem três equipas, existe a possibilidade de melhorar não só a organização do mesmo, como também a implementação de novos indicadores em que os operadores se revejam, tal como referido anteriormente.

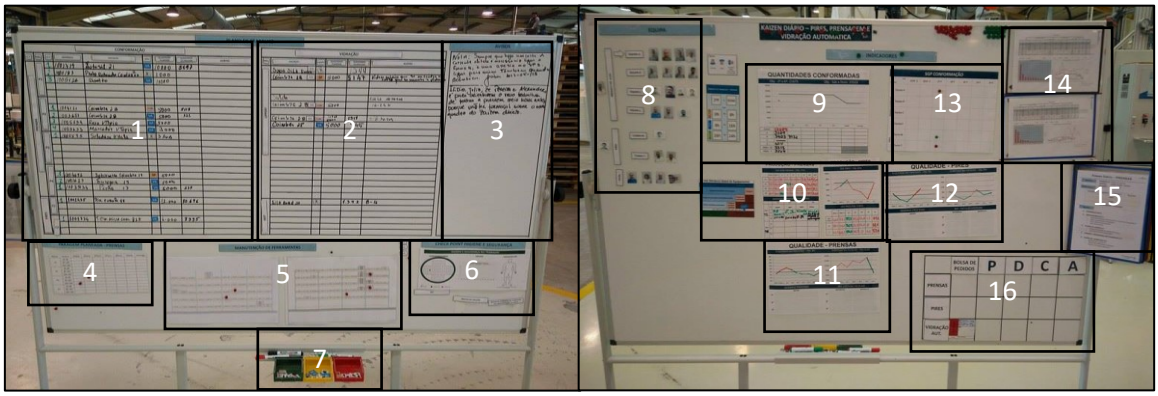


Figura 16 - Quadro de Kaizen Diário depois das alterações

Na figura 16 encontra-se o resultado final da implementação do novo Quadro de *Kaizen* Diário onde se encontram os seguintes dados:

1. Plano de trabalho da equipa de Pires e Prensas;
2. Plano de trabalho da equipa de Vidração;
3. Avisos;
4. Aviso de paragem planeada das prensas;
5. Manutenção de ferramentas;
6. Evolução da Segurança no trabalho;
7. Zona de etiquetas;
8. Fotografias com as equipas de Vidração, Pires e Prensas;
9. Indicador de Quantidades Conformadas Boas por equipa (apenas para Pires e Prensas);
10. *OEE* da equipa de Prensas e Pires;
11. Indicadores de Qualidade de Prensas diário;
12. Indicadores de Qualidade de Pires diário;
13. Avaliação realizada pelo Contro de Qualidade a cada uma das equipas;
14. Indicadores de Qualidade de Pires e Prensas mensal;
15. Procedimentos diários de cada centro de trabalho;
16. Procedimentos diários de cada centro de trabalho;

Depois de executado o novo Quadro de *Kaizen* Diário, foi necessário suportar a implementação do mesmo através de quatro formações (uma formação por equipa), no terreno, por forma a explicar como realizar a reunião e analisar os indicadores. Uma imagem dessa formação encontra-se representada na figura 17.

Figura 17 - Formação aos operadores do novo Quadro de Kaizen Diário

4.1.3 Análise do OEE

Depois de entendido todo o processo produtivo, foi necessário compreender como tem sido o comportamento do centro de trabalho ao longo dos últimos meses. Para tal, é importante canalizar o nosso foco nos verdadeiros problemas do centro de trabalho. Com o auxilio do software *SAP*, é possível calcular diariamente o *Overall Equipment Effectiveness*. Para conseguir obter uma perspetiva global deste indicador foram analisados os nove primeiros meses do ano de 2016, à exceção do mês de agosto em que a organização fechou para férias.

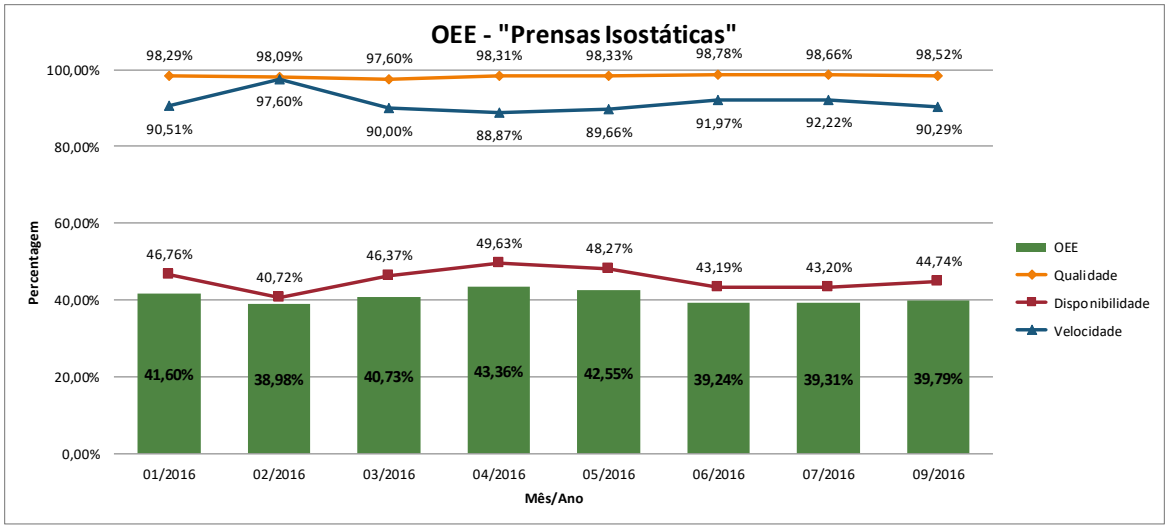


Figura 18 - Histórico da OEE

Com base na figura 18, entende-se que o indicador global se mantém relativamente constante ao longo dos oito meses com uma eficiência média de 41,22%, que ocorre da relação entre os seguintes fatores: a qualidade, que possui uma média de 98,29%, a velocidade com uma média de 91,91% e a disponibilidade com uma média de 45,68%. Apesar da velocidade apresentar valores que devem ser analisados, é a disponibilidade que está a afetar, em grande escala, o *OEE* devido aos baixos valores apresentados.

Assim, é importante analisar as paragens existentes e perceber quais as que são ou não programadas pela chefia. Destacamos então as várias paragens na tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de paragens

Paragens não programadas	Afinações
	Assistência a outra máquina
	Avaria
	Avaria com intervenção da manutenção
	Enforna indisponível
	Falta de energia
	Falta de operadores
	Limpeza do posto de trabalho
	Manutenção de primeiro nível
	Mudança de formas
	Outros
	Problemas com membranas/coberturas
Paragens programadas	Ensaios/Mostruários
	Manutenção programada
	Paragem para almoço
	Paragem planeada
	Reunião *kaizen*

De todas as paragens, destaca-se a paragem *Reunião Kaizen* que tal como referido anteriormente, trata-se de uma reunião composta por todos os membros da equipa, no inicio de cada turno com o objetivo de perceber o estado atual da área, nomeadamente qual o plano de trabalho, bem como quais as peças em que é necessário ter mais atenção durante o período de trabalho. Esta paragem é considerada como programada uma vez que, apesar de estar estipulado apenas dez minutos, caso pontualmente dure mais tempo, acredita-se que seja por razões que acrescentem valor para a organização.

Consoante os dados registados na consola pelos operadores, foi possível verificar o tempo de cada paragem ao longo dos primeiros nove meses do ano de 2016.

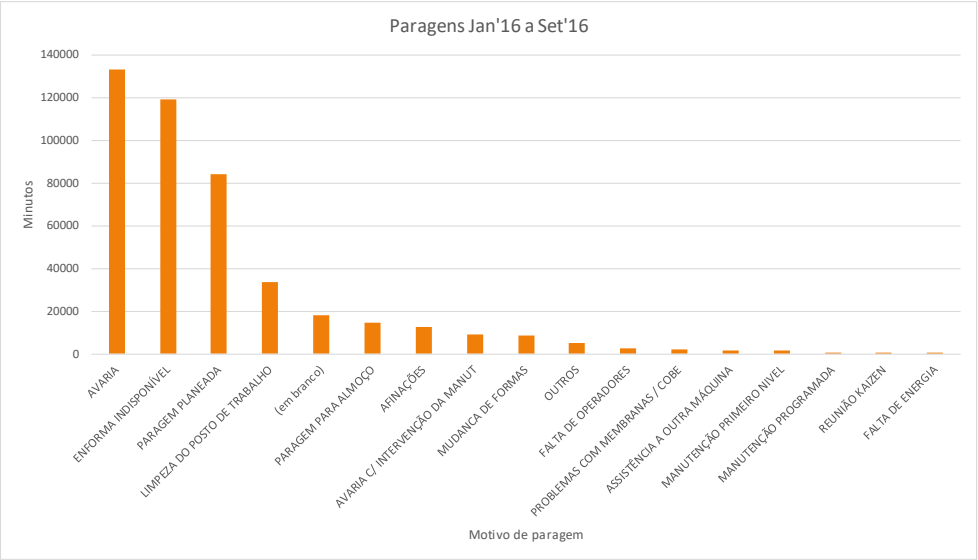


Figura 19 - Gráfico de Pareto com o histórico de paragens de janeiro a setembro de 2016

Como é possível verificar na figura 19, os motivos de paragem não estão totalmente corretos uma vez que aparece a paragem *em branco* e os minutos referentes à *Reunião Kaizen* são demasiado baixos, tendo em conta que esta é uma paragem que acontece em quatro máquinas, três vezes por dia com uma duração mínima de dez minutos.

Assim, e para uma melhor análise, foi criado uma norma que representa o verdadeiro motivo de cada paragem, sendo posteriormente dada uma pequena formação aos operadores sobre a forma correta de registar cada paragem.

Depois da alteração dos registos, foi possível verificar os verdadeiros motivos de paragens bem como os tempos subjacentes, aumentando a confiança nos dados a analisar. Esta análise foi realizada tendo em conta uma amostra de dois meses.

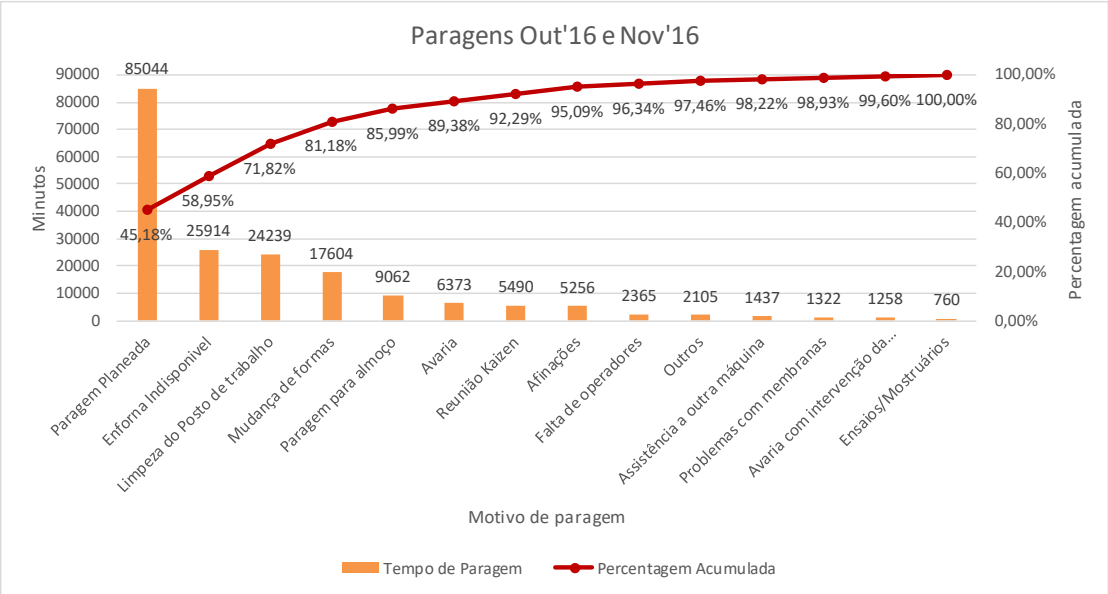


Figura 20 - Gráfico de Pareto com o histórico de paragens de outubro a novembro de 2016

No gráfico 20 encontra-se representado o diagrama de *Pareto* com os motivos de paragem nos meses de outubro e novembro de 2016. Segundo essa mesma análise, o foco deverá ser nos primeiros 80% do tempo de paragens. Assim, o foco será nas paragens:

- *paragem planeada;*
- *enforna indisponível;*
- *limpeza do posto de trabalho;*
- *mudança de formas;*

Apesar da *paragem planeada* estar englobada nos 80%, esta não será alvo de estudo porque a empresa não quer efetuar alterações relativamente a esta paragem.

4.2 Implementação

4.2.1 *Enforna indisponível*

Define-se *enforna indisponível* quando o F3, o pequeno pulmão exatamente antes do F3, o tapete de acesso ao F3 e a mesa de acabamento de cada prensa se encontram cheios. Este tipo de paragem acontece quando trabalha uma máquina a mais do que era suposto ou quando o centro de trabalho pires também trabalha mais do que é suposto. Para conseguir compreender esta paragem foi utilizada a ferramenta *5 Porquês* como forma de chegar à causa raiz do mesmo (figura 21).

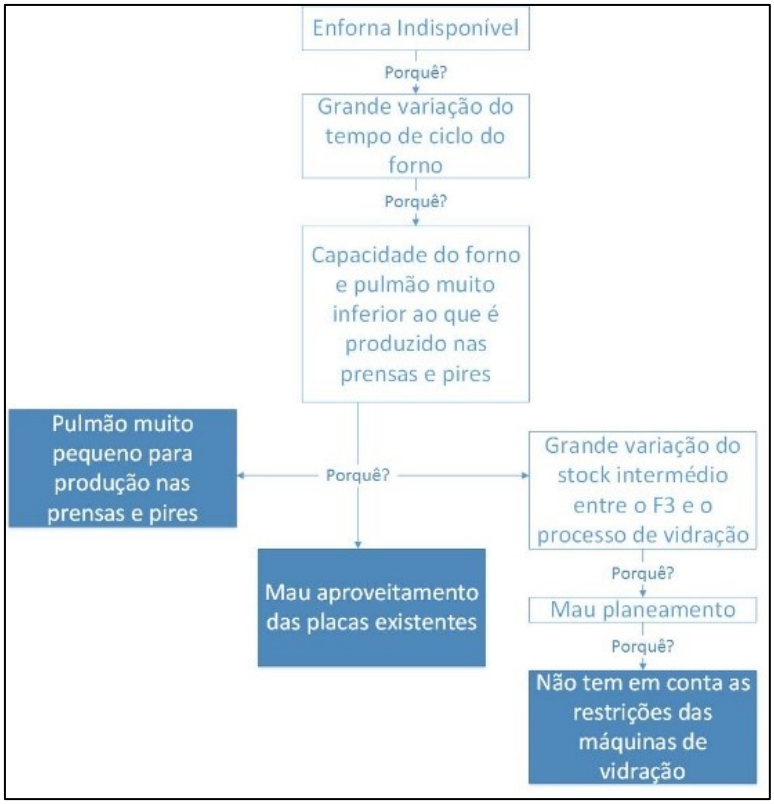


Figura 21 - Utilização da ferramenta "5 Porquês"

Concluiu-se assim que a existência de *enforna indisponível* se deve, por um lado, ao mau aproveitamento das placas existentes, mas por outro lado ao mau planeamento da produção,

que acontece porque este não tem em conta as restrições do processo a jusante ao F3. Aliado a estes dois fatores, existe ainda uma possível causa raiz que é o tamanho reduzido do pulmão que se encontra antes do F3.

Ao longo do processo de desenvolvimento da ferramenta dos *5 Porquês* foram lançadas 3 ações que, com maior ou menor dificuldade, poderiam reduzir o tempo desta paragem. Essas ações são:

- aumentar o pulmão que se encontra imediatamente antes do F3, diminuindo um turno de trabalho;
- criar um ficheiro de apoio ao planeamento que integre as restrições da vidração;
- formação aos operadores para rentabilizar ao máximo as placas existentes;

Para determinar quais as ações a serem realizadas recorreu-se a uma matriz prioridades (figura 22) em que cada ação é avaliada em termos de duas variáveis: facilidade de aplicação e o impacto da aplicação dessa ação.

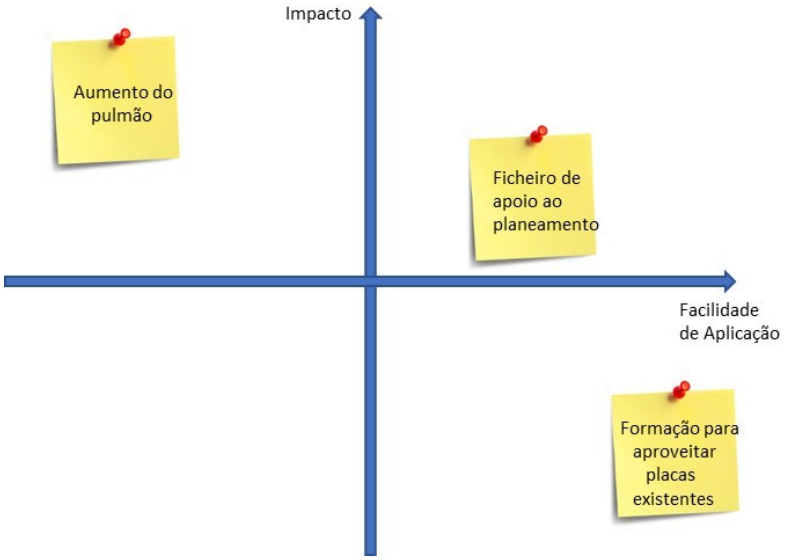


Figura 22 - Matriz prioridades das ações lançadas

Apesar das três ações serem vistas como um passo importante para a redução da *enforna indisponível*, duas delas são de maior facilidade em termos de implementação, uma vez que são de baixo custo para a organização.

A ação "formação para aproveitar as placas existentes" é considerada uma ação de grande facilidade de aplicação dado que é apenas necessário preparar uma ou mais formações para todos os operadores do centro de trabalho. Contudo, esta formação tem um impacto reduzido para a organização.

Já a ação "criação de um ficheiro de apoio ao planeamento" é relativamente mais complexa pois obriga a criação de um ficheiro com base de programação que permita otimizar o mais possível todo o processo de planeamento. Esta ação terá um grande impacto para a organização tendo como o objetivo o balancear de todo o processo produtivo.

Por último, a ação "aumento do pulmão" requer em elevado investimento da organização em infraestruturas, e por essa razão a sua aplicação torna-se difícil. O impacto desta ação será elevado uma vez que, o centro de trabalho poderá trabalhar até com mais uma prensa.
Como o projeto se encontra numa fase inicial, optou-se então por avançar com as primeiras duas ações e futuramente verificar a necessidade ou não de avançar com a última ação, a mais dispendiosa.

4.2.1.1 Formação de aproveitamento de placas existentes

Apesar desta ação ser de um cariz teórico e de fácil implementação, esta necessitou de um estudo que justificasse qualquer possível mudança. Este estudo foca-se essencialmente no aproveitamento das placas.
É necessário também ter em conta algumas considerações, nomeadamente:

- o tempo de cadência com que cada peça chega ao final do processo é de 10 segundos;
- a mesa de acabamento apenas suporta 4 carrulos (conjunto de pratos);
- cada tabuleiro leva em média 12 peças;
- cada fiada (conjunto de tabuleiros que entra no forno) é composto por 6 tabuleiros;
- a cada 6 minutos, é transportado para o forno uma fiada;
- o pulmão encontra-se cheio, entrando todos os tabuleiros diretamente para o forno;
- apenas foi tido em consideração que as prensas têm 2 paragens além de *enforna indisponível*: 10 minuto para a paragem *reunião Kaizen* e 30 minutos para a *paragem para almoço*;

Estado inicial

Antes da implementação de uma nova metodologia de enfornar foi necessário verificar como este processo funcionava até ao momento. Assim, considerando que apenas trabalham três prensas por turno, verificou-se, tal como é possível observar na figura 23, que cada prensa completava 6 tabuleiros (1 fiada) e depois era transportado para o tapete que dá acesso ao forno (figura 24).

Figura 23 - Organização de uma fiada antes da alteração

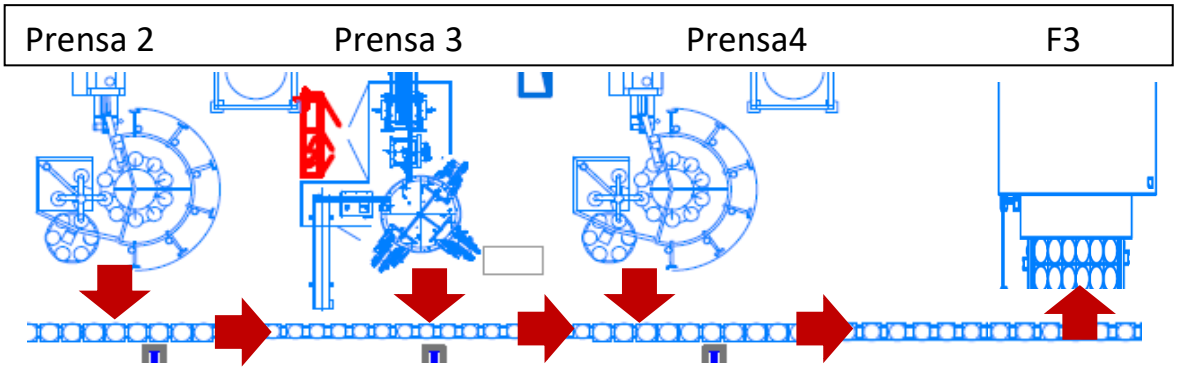


Figura 24 - Circuito que cada fiada realiza

Na tabela 2 encontram-se os dados obtidos através de uma simulação.

Com base nas considerações relatadas anteriormente foi possível simular de uma forma rápida um turno de trabalho (480 minutos).

Tabela 2 - Resultados obtidos antes da alteração

Prensa	Tempo de trabalho (minutos)	Eficiência face ao tempo total	Quantidade de peças realizadas por prensa	Quantidade de peças que entraram no F3
P2	440	91,7%	2.568	2.367
P3	440	91,7%	2.568	2.448
P4	90	18,8%	540	504

Após a simulação foi possível verificar que a única prensa afetada pela *enforna indisponível* foi a P4, sendo que apenas trabalha 18,8% do seu tempo.

As prensas 2 e 3 não sofreram com a *enforna indisponível* uma vez que a produção corria o percurso normal do tapete para o forno. Por outro lado, a P4 sofreu com a *enforna indisponível* uma vez que o tapete estava cheio. Assim, denota-se que, o tempo de trabalho efetivo foi inferior ao tempo de turno (480 minutos) e, como tal, existe uma diferença temporal da prensa 4 de 440 para 90 minutos, tornando a eficiência muito abaixo do esperado.

Assim, as prensas encontram-se cerca de 470 minutos (40+40+390 da prensa 2, 3 e 4, respetivamente) paradas, 32,6% do tempo das 3 prensas paradas.

Estado futuro

Percebeu-se na fase anterior que conforme o tempo do turno fosse aumentando, a produção de peças da P4 iria se manter, não conseguindo produzir mais peças ao longo do dia. Consoante os valores registados, houve a necessidade de realizar alterações ao método de enfornar.

Deste modo, a principal alteração visa a uniformizar a quantidade de peças produzidas por cada prensa e o tempo de paragem de cada uma delas, diminuindo esse tempo o máximo possível. A principal alteração à forma atual encontra-se na uniformização do número de

tabuleiros de cada prensa em cada fiada. Assim, em vez de numa fiada conter, por exemplo, 6 tabuleiros com peças referentes à P2, estas irão ter dois tabuleiros de cada prensa: dois deles da P2, dois tabuleiros da P3 e dois tabuleiros da P4 (figura 25).

Figura 25 - Organização de uma fiada depois da alteração

Através de uma simulação (com base nos mesmos pressupostos da simulação anterior), foi possível verificar, também ao longo de um turno, o impacto das alterações da forma com se enforna. As conclusões da simulação encontram-se representadas na tabela 3.

Tabela 3 - Resultados obtidos depois da alteração

Prensa	Tempo de trabalho (minutos)	Eficiência face ao tempo total	Quantidade de peças realizadas por prensa	Quantidade de peças que entraram no F3
P2	336	70%	2.064	1.896
P3	336	70%	2.064	1.896
P4	318	66,6%	1.920	1.896

Esta alteração provocou vantagens claras em termos do tempo de paragem da P4, cujo o tempo de trabalho aumentou 353%. Numa perspetiva global, as prensas encontram-se cerca de 450 minutos (31,3% do tempo das três prensas) paradas, menos 8 minutos que na simulação anterior.

Além dessa vantagem, também foi possível verificar que a quantidade de peças que entrou no forno foi maior do que no método de enfornar anteriormente explicado. Assim, ao fim de 4 minutos uma fiada já se encontra completa ao contrário da forma anterior que só se encontrava completa ao final de 12 minutos. Uma última vantagem facilmente notada é o facto de entrar no forno a mesma quantidade de peças referentes a cada uma das prensas, ao contrário da forma anterior, que aumenta a capacidade de entregar ao cliente final o mais variado tipo de referências.

4.2.1.2 Criação de ficheiro de auxilio ao planeamento

A criação de um ficheiro auxiliar para o planeamento vem no seguimento da perceção clara que a variação do tempo de ciclo do F3 é elevada - 14 horas (tempo mínimo) como a 18 horas (tempo máximo) - e como tal, seria aceitável uma diminuição. Essa variação, como explicado anteriormente, foi justificada pela variação de stock intermédio entre o F3 e o processo de vidração/F4.

Para proceder à criação deste ficheiro foi necessário desenvolver um estudo em termos de balanceamento, de restrições das duas máquinas de vidração, Lippert e Voit, e perceber como essas peças são enfornadas no F4.

O primeiro passo foi estudar o balanceamento do processo produtivo para compreender como se encontra a flutuação do processo produtivo. Assim, foi necessário calcular o *Takt Time*:

- Prensas + Pires

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível}{Procura\ do\ cliente}$$

$$Takt\ Time = \frac{24 * 60 * 60\ (segundos)}{15.064\ (uni.Prensas) + 4.100\ (uni.Pires)}$$

$$Takt\ Time = \frac{86.400\ (segundos)}{19.164\ (unidades)} \qquad Takt\ Time = 4{,}5\ segundos/unidade$$

O *Takt Time* das Prensas em conjunto com o dos Pires é de 4,5 segundos/unidade, ou seja, a cada 4,5 segundos deve sair uma peça dos dois centros de trabalho.

- F3:

Na operação F3, existe uma variação do tempo de ciclo do forno, uma vez que tanto pode estar a 18 como a 14 horas. Assim, o *Takt Time* para o tempo de ciclo de 18 horas é:

$$Takt\ Time = \frac{18 * 60 * 60\ (segundos)}{12\ peças * 6\ tabuleiros * 180\ fiadas\ (unidades)}$$

$$Takt\ Time = \frac{64.800\ (segundos)}{12.960\ (unidades)} \qquad Takt\ Time = 5\ segundos/unidade$$

Já o *Takt Time* para o tempo de ciclo de 14 horas é:

$$Takt\ Time = \frac{14 * 60 * 60\ (segundos)}{12\ peças * 6\ tabuleiros * 180\ fiadas\ (unidades)}$$

$$Takt\ Time = \frac{50.400\ (segundos)}{12.960\ (unidades)} \qquad Takt\ Time = 3{,}8\ segundos/unidade$$

- Vidração automática

A vidração automática é composta por duas máquinas de vidração que vidram a 3 segundos cada peça.

$$Takt\ Time = \frac{3\ (segundos)}{1\ peça * 2\ máquinas\ (unidades)}$$

$$Takt\ Time = 1{,}5\ segundos/unidade$$

- F4

$$Takt\ Time = \frac{24 * 60 * 60\ (segundos)}{(unidades)}$$

$$Takt\ Time = \frac{64.800\ (segundos)}{10.880\ (uni.Lippert) + 3.850\ (uni.Voit)}$$

$$Takt\ Time = \frac{64.800\ (segundos)}{14.730\ (unidades)} \qquad Takt\ Time = 4{,}4\ segundos/unidade$$

Na figura 26, é possível verificar que o processo não se encontra totalmente balanceado pois existe uma variação no tempo de ciclo do F3. O processo de vidração automática está interligado com o F4 e, assim, a acumulação de stock verifica-se antes do processo de vidração automática.

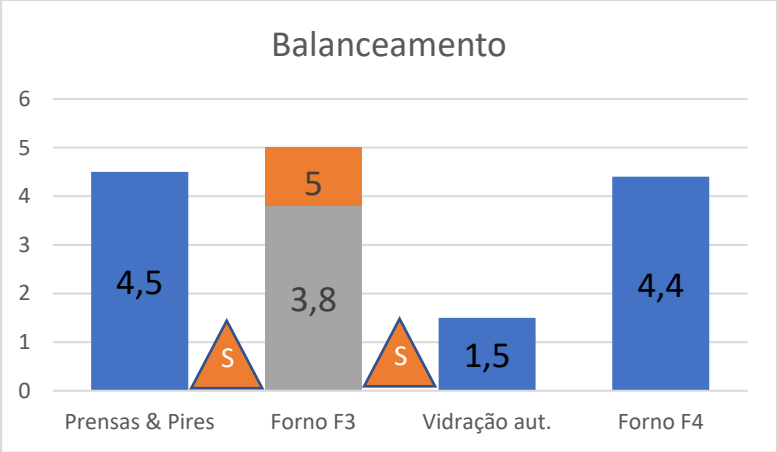


Figura 26 - Balanceamento do processo produtivo

A variação do tempo de ciclo do F3 deve-se, como ficou concluído na fase anterior *5 Porquês*, ao aumento ou diminuição do stock exatamente antes do processo de vidração automática.

Para se proceder à realização de um ficheiro de apoio ao planeamento e assim tornar todo o processo no maior fluxo contínuo possível, é necessário compreender como flui o processo de vidração automática e os processos inerentes ao F4.

O processo de vidração automática, tal como referido anteriormente, é composto por duas máquinas: Lippert e Voit, onde são vidradas todas as peças vindas do F3. Posteriormente, as peças são colocadas em vagonas (figura 27) e transportadas para o F4 e depois são retirados da vagonas e roçados (fretes dos pratos ficam lisos e menos ásperos) um a um. Todo este processo encontra-se representado na figura 28.

Figura 27 - Vagonas utilizadas no processo de vidração

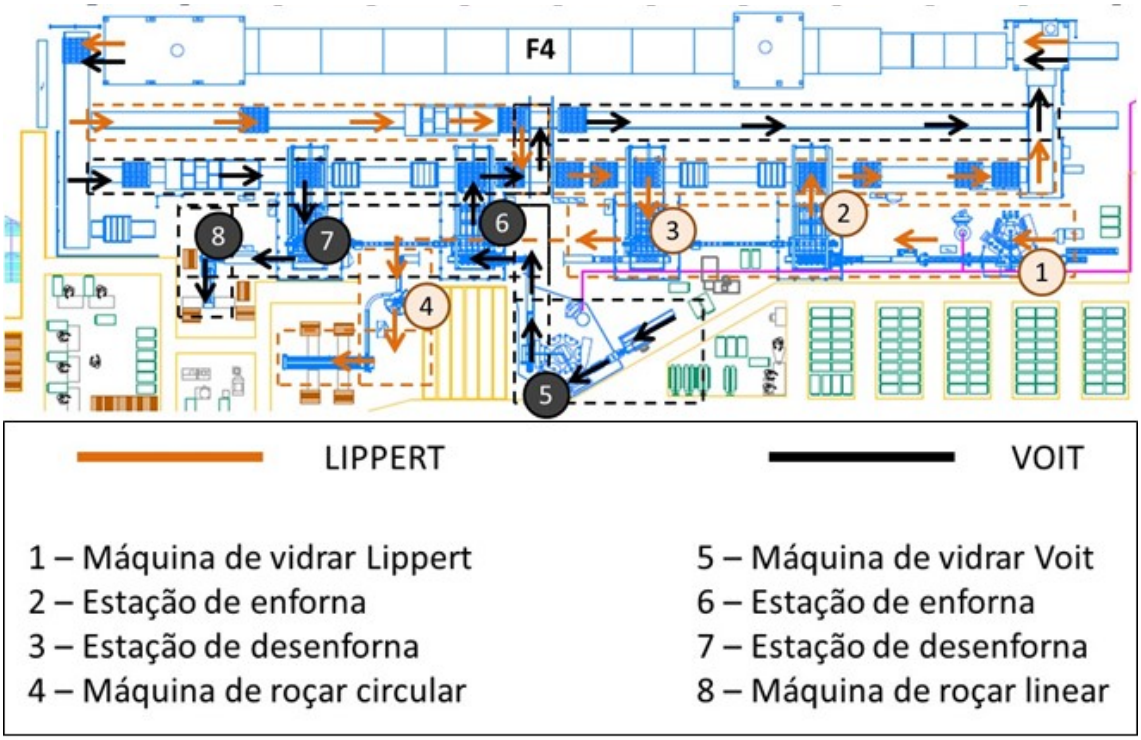


Figura 28 - Circuito realizado por cada prato no processo de vidração

Também inerentes a este processo existem restrições nas máquinas de vidrar (Lippert e Voit), na capacidade de cada vagona e nas máquinas de roçar (circular e linear). Estas restrições encontram-se representadas na tabela 4.

Tabela 4 - Restrições de cada máquina de vidração

PEÇAS VIDRADAS NA LIPPERT	PEÇAS VIDRADAS NA VOIT
Capacidade e restrições máq. vidrar: w fiadas x 4 x 8 (placas em largura, placas em comprimento, placas em altura) w = 5 ou 6 Peças a 1 por placa: • Pires café até Prato 21 = 192 peças (6 fiadas) • Prato 22 até prato 28 = 160 peças (5 fiadas) Peças a 2 por placa: • Pires café = 384 peças (6 fiadas) Não enforna peças com altura superior a 50 mm (bitola: pr sopa Domo) **Restrições da máquina circular de roçar:** Mínimo: diâmetro frete do pires café Nestlé Máximo: diâmetro frete do prato 28 Não roça peças quadraras / rectangulares Pires café luna n emp + pires silk road café + halo	**Capacidade e restrições máq. vidrar:** y fiadas x 4 x 6 (placas em largura, placas em comprimento, placas em altura) y = 4 ou 5 Peças a 1 por placa: • Pires + pequeno até Prato 28 = 120 peças (5 fiadas) • Prato 29,5 até Prato 33 = 92 peças (4 fiadas) Peças a 2 por placa: • Pires + pequeno até diâmetro 15 = 240 peças (5 fiadas) Enforna todas as peças até ao pr pasta 24 Broadway (altura)

Através dos dados retirados anteriormente, já é possível alocar corretamente cada referência a cada máquina e perceber a combinação de peças nas vagonas para entrar no forno.

Um dos objetivos da organização é conseguir fazer o planeamento o mais atempadamente possível e, assim, este ficheiro de apoio terá como ponto de partida um planeamento para uma semana (sete dias).

O procedimento a usar pelo responsável do planeamento será colocar neste ficheiro as referências que têm que estar concluídas até ao final de uma semana e as respetivas quantidades. Nesta fase, o ficheiro deverá automaticamente, alocar cada peça à máquina de vidração correspondente, transmitindo qual a capacidade de cada máquina ao longo de uma semana.

Por último, essas referências devem de ser alocadas ao processo transato, nomeadamente a cada uma das quatro prensas ou à máquina de pires. Nesta fase, será sempre necessário ter em consideração que o tempo de ciclo do F3 não deve de ser alterado, mantendo-se sempre entre as 15h50 e as 16h12.

O software a utilizar será o *Microsoft Excel* com recurso a *Macros* em linguagem *Visual Basic for Applications*. A utilização deste software permite o acesso facilitado por todos os utilizadores sem custos adicionais, nomeadamente na licença de utilização de um outro programa. Por outro lado, a utilização de todas as capacidades deste programa admite automatizar todo este processo de alocação de cada referência a cada máquina de vidrar, bem como a cada prensa. Numa das páginas do ficheiro consta uma tabela em que estão presentes os pratos e pires que podem entrar no F4 e as respetivas caraterísticas inerentes à alocação de cada peça a cada máquina.

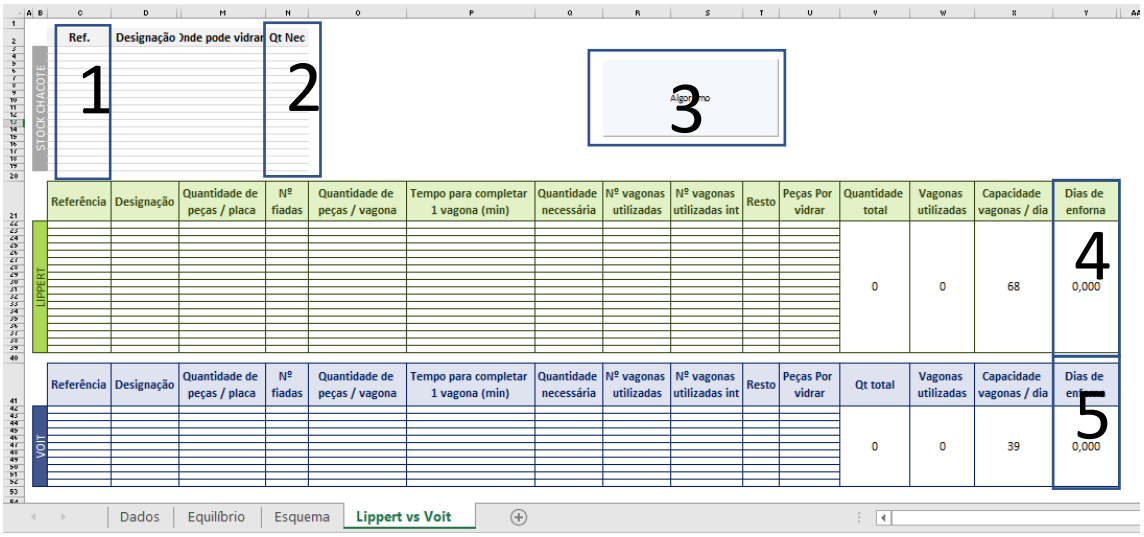


Figura 29 - Interface principal do ficheiro

Na figura 29 está representado uma das páginas da interface. Nesta página o utilizador coloca, no retângulo 1, as referências das peças que durante a semana vão ser vidradas no processo de vidração automática. Alocado a cada referência é necessário colocar a quantidade que se pretende vidrar (retângulo 2). Depois de realizados os dois passos anteriores, o utilizador deve de pressionar o botão representado no retângulo 3 para que possa realizar a *Macro* com a heurística usada para alocar cada referência a cada máquina de vidração. No anexo C encontra-se as linhas de código da macro atrás mencionada.

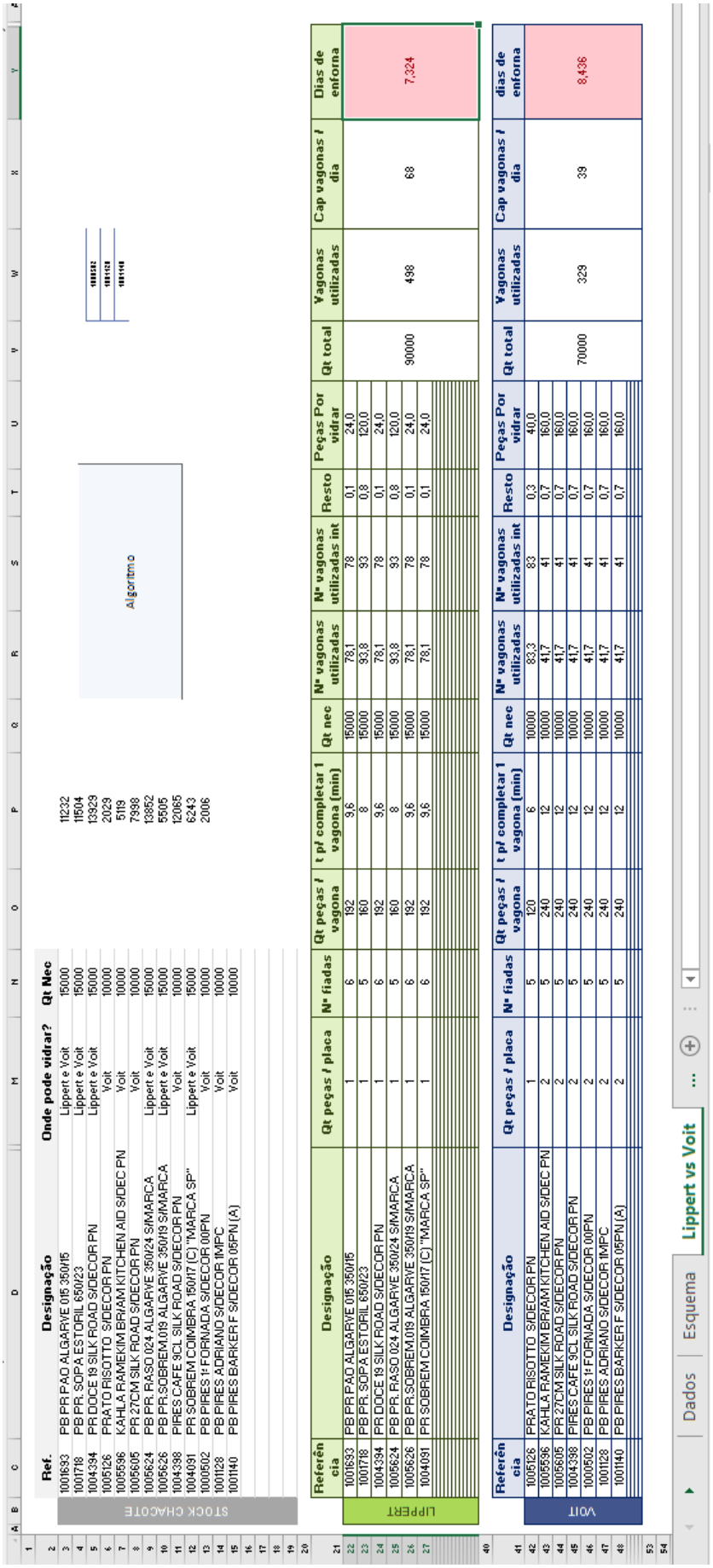
Consoante o resultado do processo anterior, irá aparecer no retângulo 4 e 5 o número de dias que aquele tipo de referência com aquelas quantidades demora a ser processado na máquina Lippert e Voit, respetivamente.

Assim, e em jeito de exemplo, foi possível simular um planeamento para uma semana. Para esta simulação é pretendido que, conforme as referências e quantidades desejadas, o programa nos diga quantos dias demora a vidrar na máquina Lippert e Voit. Deste modo, as referências e respetivas quantidades que se pretende no final desta semana estão representadas na figura 30.

	Ref.	Designação	Onde pode vidrar?	Qt Nec
STOCK CHACOTE	1001693	PB PR PAO ALGARVE 015 350/15	Lippert e Voit	15000
	1001718	PB PR. SOPA ESTORIL 650/23	Lippert e Voit	15000
	1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	Lippert e Voit	15000
	1005126	PRATO RISOTTO S/DECOR PN	Voit	10000
	1005596	KAHLA RAMEKIM BR/AM KITCHEN AID S/DEC PN	Voit	10000
	1005605	PR 27CM SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	10000
	1005624	PB PR. RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	Lippert e Voit	15000
	1005626	PB PR.SOBREM.019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	Lippert e Voit	15000
	1004398	PIRES CAFE 9CL SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	10000
	1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	Lippert e Voit	15000
	1000502	PB PIRES 1ª FORNADA S/DECOR 00PN	Voit	10000
	1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	Voit	10000
	1001140	PB PIRES BARKER F S/DECOR 05PN (A)	Voit	10000

Figura 30 - Referências a vidrar e respetivas quantidades

Com o auxílio do programa criado, foi possível apurar a solução ideal: 7,324 dias na máquina de vidrar Lippert e 8,436 dias na máquina de vidrar Voit (figura 31).



STOCK CHAOOTE

Ref.	Designação	Onde pode vidrar?	Qt Nec
1001693	PB PR P.AO ALGARVE 015 350/15	Lippert e Voit	15000
1001718	PB PR. SOP.A ESTOFIL 650/23	Lippert e Voit	15000
1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	Lippert e Voit	15000
1005126	PRATO RISOTTO S/DECOR PN	Voit	10000
1005696	KAHLA RAMEKIM BRIAM KITCHEN AID S/DEC PN	Voit	10000
1005605	PR 27CM SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	10000
1005624	PB PR. RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	Lippert e Voit	15000
1005626	PB PR.SOBREM.019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	Lippert e Voit	15000
1004398	PIRES CAFE 9CL SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	10000
1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	Lippert e Voit	15000
1000502	PB PIRES 1l FORMADA S/DECOR 00PN	Voit	10000
1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	Voit	10000
1001140	PB PIRES BARKER F S/DECOR 05PM (A)	Voit	10000

Algoritmo

Referência	Designação	Qt peças / placa	Nº fiadas	Qt peças / vagona	t p/ completar 1 vagona (min)	Qt nec	Nº vagonas utilizadas	Nº vagonas utilizadas int	Resto	Peças Por vidrar	Qt total	Vagonas utilizadas	Cap vagonas / dia	Dias de enforna
1001693	PB PR P.AO ALGARVE 015 350/15	1	6	192	9,6	15000	78,1	78	0,1	24,0	90000	498	68	7,324
1001718	PB PR. SOP.A ESTOFIL 650/23	1	5	160	8	15000	93,8	93	0,8	120,0				
1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	1	6	192	9,6	15000	78,1	78	0,1	24,0				
1005624	PB PR. RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	1	5	160	8	15000	93,8	93	0,8	120,0				
1005626	PB PR.SOBREM.019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	1	6	192	9,6	15000	78,1	78	0,1	24,0				
1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	1	6	192	9,6	15000	78,1	78	0,1	24,0				

LIPPERT

Referência	Designação	Qt peças / placa	Nº fiadas	Qt peças / vagona	t p/ completar 1 vagona (min)	Qt nec	Nº vagonas utilizadas	Nº vagonas utilizadas int	Resto	Peças Por vidrar	Qt total	Vagonas utilizadas	Cap vagonas / dia	dias de enforna
1005126	PRATO RISOTTO S/DECOR PN	1	5	120	6	10000	83,3	83	0,3	40,0	70000	329	39	8,436
1005696	KAHLA RAMEKIM BRIAM KITCHEN AID S/DEC PN	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				
1005605	PR 27CM SILK ROAD S/DECOR PN	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				
1004398	PIRES CAFE 9CL SILK ROAD S/DECOR PN	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				
1000502	PB PIRES 1l FORMADA S/DECOR 00PN	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				
1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				
1001140	PB PIRES BARKER F S/DECOR 05PM (A)	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				

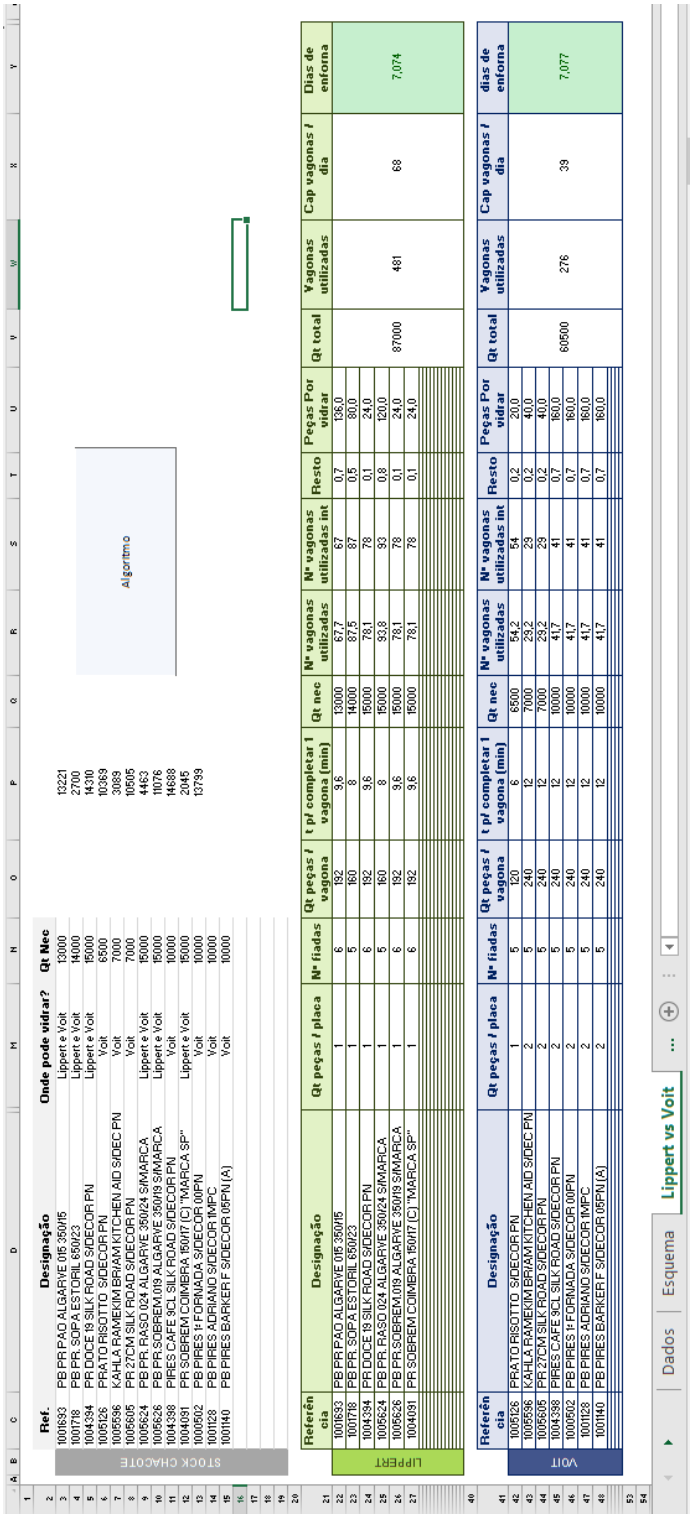
VOIT

Dados | Esquema | Lippert vs Voit

Figura 31 - Resultados ideais do tempo de vidração face às quantidades colocadas

Esta solução, apesar de ideal em relação às variáveis estipuladas, apresenta valores de utilização da máquina Voit que ultrapassa quase 1 dia e 11 horas do stock desejado. Assim, o utilizador teria que diminuir a quantidade desejada de uma ou mais referências.

Alterando os valores das quantidades pretendidas, obtêm-se os valores ideais que são entre 7 e 7,1 horas (por forma a manter sempre um pequeno stock de reserva), tal como se encontra representado na figura 32.



Ref.	Designação	Onde pode vidrar?	Qt Nec
1001693	PB PR PAO ALGARVE 015 350/15	Lippert e Voit	13000
1001718	PB PR SOPA ESTORIL 650/23	Lippert e Voit	14000
1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	Lippert e Voit	15000
1005626	PRATO RISOTTO S/DECOR PN	Voit	6500
1005596	KAHLA RAMEKIM BRIAM KITCHEN AID S/DEC PN	Voit	7000
1005605	PR 27CM SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	7000
1005624	PB PR RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	Lippert e Voit	15000
1005626	PB PR SOBREM 019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	Lippert e Voit	15000
1004398	PIRES CAFE 9CL SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	10000
1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	Lippert e Voit	15000
1000502	PB PIRES 1l FORNADA S/DECOR 00PN	Voit	10000
1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	Voit	10000
1001140	PB PIRES BARKER F S/DECOR 05PN (A)	Voit	10000

STOCK CHAOTE

Algoritmo

Referência	Designação	Qt peças / placa	Nº fiadas	Qt peças / vagona	t p/ completar 1 vagona (min)	Qt nec	Nº vagonas utilizadas	Nº vagonas utilizadas int	Resto	Peças Por vidrar	Qt total	Vagonas utilizadas	Cap vagonas / dia	Dias de enforna
1001693	PB PR PAO ALGARVE 015 350/15	1	6	192	9,6	13000	67,7	67	0,7	136,0				
1001718	PB PR SOPA ESTORIL 650/23	1	5	160	8	14000	87,5	87	0,5	80,0				
1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	1	6	192	9,6	15000	78,1	78	0,1	24,0				
1005626	PB PR RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	1	5	160	8	15000	93,8	93	0,8	120,0				
1005626	PB PR SOBREM 019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	1	6	192	9,6	15000	78,1	78	0,1	24,0	87000	481	68	7,074
1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	1	6	192	9,6	15000	78,1	78	0,1	24,0				

LIPPERT

Referência	Designação	Qt peças / placa	Nº fiadas	Qt peças / vagona	t p/ completar 1 vagona (min)	Qt nec	Nº vagonas utilizadas	Nº vagonas utilizadas int	Resto	Peças Por vidrar	Qt total	Vagonas utilizadas	Cap vagonas / dia	dias de enforna
1005126	PRATO RISOTTO S/DECOR PN	1	5	120	6	6500	54,2	54	0,2	20,0				
1005596	KAHLA RAMEKIM BRIAM KITCHEN AID S/DEC PN	2	5	240	12	7000	29,2	29	0,2	40,0				
1005605	PR 27CM SILK ROAD S/DECOR PN	2	5	240	12	7000	29,2	29	0,2	40,0				
1004398	PIRES CAFE 9CL SILK ROAD S/DECOR PN	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0	60500	276	39	7,077
1000502	PB PIRES 1l FORNADA S/DECOR 00PN	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				
1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				
1001140	PB PIRES BARKER F S/DECOR 05PN (A)	2	5	240	12	10000	41,7	41	0,7	160,0				

VOIT

Figura 32 - Resultados ideais com alta proximidade de 7 dias

Depois de definido as quantidades necessárias para vidrar, é necessário definir também as quantidades necessárias a conformar (formar a peça e acabamento), tanto no centro de trabalho prensas como nos pires. Assim, e tendo em conta a percentagem média de refugo de cada centro de trabalho, é necessário conformar mais 5% da quantidade a ser vidrada. Na figura 33, encontra-se representada a quantidade necessária a conformar.

	Ref.	Designação	Onde pode vidrar?	Qt Nec a vidrar	Qt Nec a conformar
STOCK CHACOTE	1001693	PB PR PAO ALGARVE 015 350/15	Lippert e Voit	13000	13390
	1001718	PB PR. SOPA ESTORIL 650/23	Lippert e Voit	14000	14420
	1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	Lippert e Voit	15000	15450
	1005126	PRATO RISOTTO S/DECOR PN	Voit	6500	6695
	1005596	KAHLA RAMEKIM BR/AM KITCHEN AID S/DEC PN	Voit	7000	7210
	1005605	PR 27CM SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	7000	7210
	1005624	PB PR. RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	Lippert e Voit	15000	15450
	1005626	PB PR.SOBREM.019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	Lippert e Voit	15000	15450
	1004398	PIRES CAFE 9CL SILK ROAD S/DECOR PN	Voit	10000	10300
	1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	Lippert e Voit	15000	15450
	1000502	PB PIRES 1ª FORNADA S/DECOR 00PN	Voit	10000	10300
	1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	Voit	10000	10300
	1001140	PB PIRES BARKER F S/DECOR 05PN (A)	Voit	10000	10300

Figura 33 - Quantidade necessária a conformar face à necessidade de vidração

Consoante as prioridades definidas pelo planeamento, é necessário definir que tipo de peça vai para cada máquina. Para o primeiro dia de conformação são colocadas as referências na máquina pretendida - prensas ou pires.

No primeiro dia, deve ainda ser definido qual a prensa em paragem. Se as células da coluna "Quantidade conformada" se encontrarem a verde, significa que neste dia não irão finalizar as quantidades pretendidas, ao invés, se estas se encontrarem a vermelho, deverá de ser adicionada na linha abaixo da prensa em causa, uma nova referência. Quando existe uma mudança de referência a prensa é desligada iniciando a produção da prensa que estava parada. Na figura 34 encontra-se o primeiro e segundo dia de produção.

BALANCEAMENTO - NAVE OESTE

CONFORMAÇÃO

Equipamento	OEE	Cód. SAP	Designação	Diâmetro (cm)	t ciclo (min)	Quantidade	peças / dia	Quantidade conformada	Qt pçs / tabuleiro
PIRES - Cabeça 1	58%	1000502	PB PIRES 1ª FORNADA S/DECOR 00PN	15,8	0,08	10300	3480	3480	60
PIRES - Cabeça 2	58%	1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	15,8	0,08	10300	3480	3480	60
Prensa 1	0%	1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	18,6	0,15	15450	0	0	17
Prensa 2	55%	1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	17,4	0,08	15450	10560	10560	17
Prensa 3	55%	1005626	PB PR.SOBREM.019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	19,2	0,14	15450	5657	5657	17
Prensa 4	55%	1005624	PB PR. RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	23,9	0,15	15450	5280	5280	17

... Dia 1 Dia 2 Dia 3 Dia 4 Dia 5 ...

BALANCEAMENTO - NAVE OESTE

CONFORMAÇÃO

Equipamento	OEE	Cód. SAP	Designação	Diâmetro (cm)	t ciclo (min)	Quantidade	peças / dia	Quantidade conformada	Qt pçs / tabuleiro
PIRES - Cabeça 1	58%	1000502	PB PIRES 1ª FORNADA S/DECOR 00PN	15,8	0,08	6820	3480	3480	60
PIRES - Cabeça 2	58%	1001128	PB PIRES ADRIANO S/DECOR 1MPC	15,8	0,08	6820	3480	3480	60
Prensa 1	30%	1004394	PR DOCE 19 SILK ROAD S/DECOR PN	18,6	0,15	15450	2880	2880	17
Prensa 2	25%	1004091	PR SOBREM COIMBRA 150/17 (C) "MARCA SP"	17,4	0,08	4890	4891	4890	17
		1001718	PB PR. SOPA ESTORIL 650/23	23,4	0,15	14420	1	1	17
Prensa 3	55%	1005626	PB PR.SOBREM.019 ALGARVE 350/19 S/MARCA	19,2	0,14	9793	5657	5657	17
Prensa 4	55%	1005624	PB PR. RASO 024 ALGARVE 350/24 S/MARCA	23,9	0,15	10170	5280	5280	17

... Dia 1 Dia 2 Dia 3 Dia 4 Dia 5 ...

Figura 34 - Primeiro e segundo dia de conformação

Através da implementação deste ficheiro foi possível verificar a evolução do stock intermédio entre o F3 e o processo de vidração (figura 35).

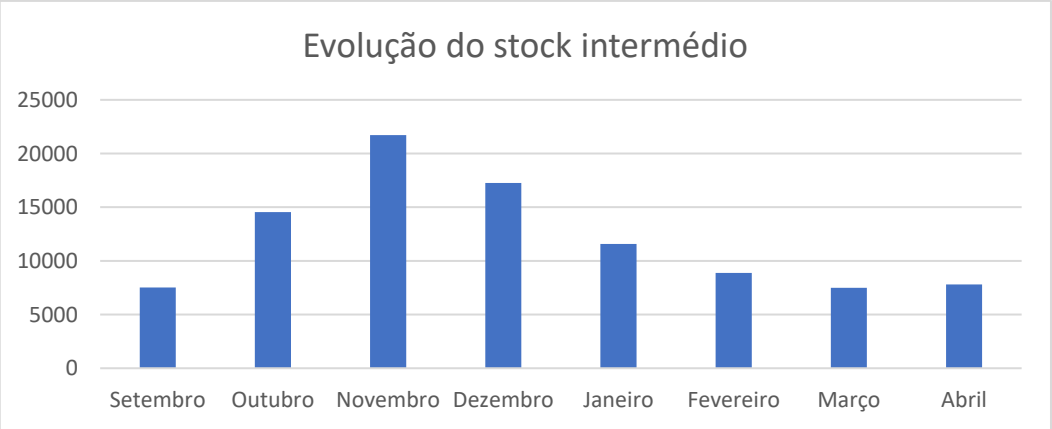


Figura 35 - Evolução do stock intermédio entre o F3 e o processo de vidração

O valor do stock intermédio no final do mês de setembro é baixo uma vez que a organização no mês de agosto encontrava-se em férias. Como tal, o stock intermédio no inicio do mês de setembro era de praticamente 0 peças. Com o passar dos meses, observa-se a estabilização do stock intermédio apresentando, a partir de fevereiro, a estabilização da quantidade em stock, em média, 8000 peças. Esta quantidade dá uma estabilidade ao processo uma vez que, caso existam problemas pontuais no processo de conformação - prensas ou pires – não terão impacto no restante processo produtivo.

4.2.1.3 Aumento do Pulmão

O aumento do pulmão, tal como referido anteriormente, tem grande impacto para a organização mas ao mesmo tempo é de grande dificuldade de implementação. Para sustentar esta ação foi elaborado um estudo recorrendo ao software de simulação *Arena* (anexo D). Com o auxilio deste software foi possível, numa primeira fase, replicar o estado atual deste centro durante um dia de trabalho. Na figura 36 encontra-se representado esta primeira simulação.

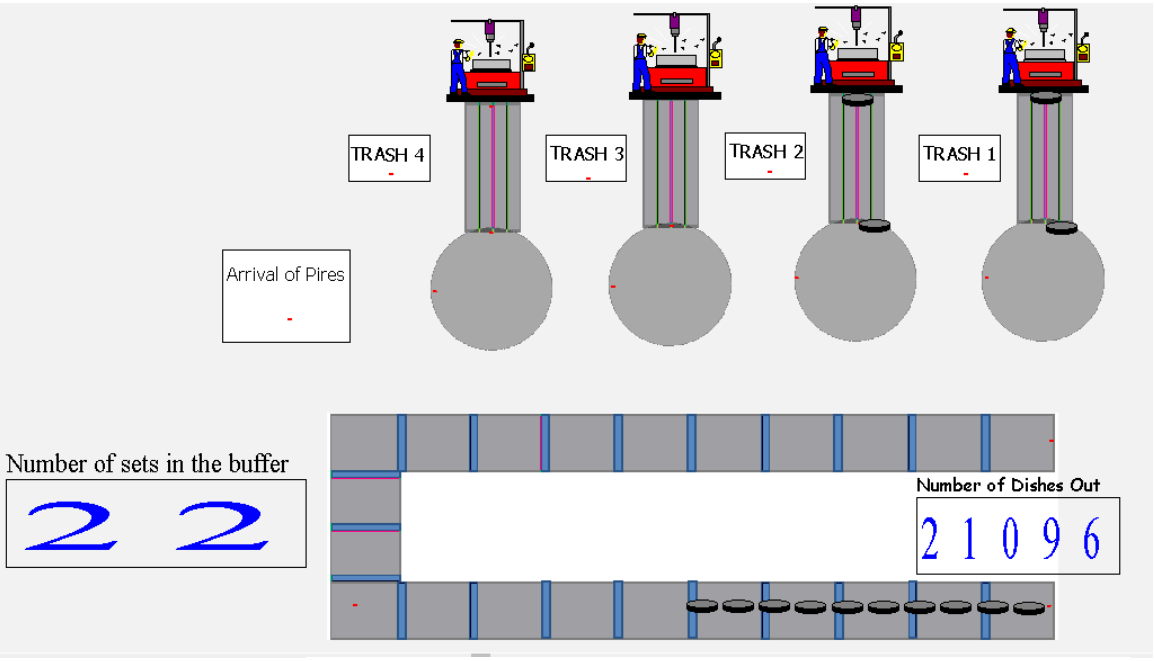


Figura 36 - Cenário atual do centro de trabalho (Arena)

Nesta primeira simulação do cenário atual do centro de trabalho, em que o tamanho do pulmão é de 25 fiadas, foi possível produzir 21.096 peças.

Por forma a reduzir os custos inerentes a este centro, pretende-se triplicar o tamanho do pulmão, aumentando de 25 para 75 fiadas, diminuindo posteriormente o tempo de trabalho. Deste modo, nas primeiras dezasseis horas do dia, as prensas e pires trabalharão para fornecer peças ao forno, sendo que posteriormente serão desligadas e o forno será abastecido pelas peças existentes no pulmão.

Na figura 37 encontra-se representado o final da segunda simulação.

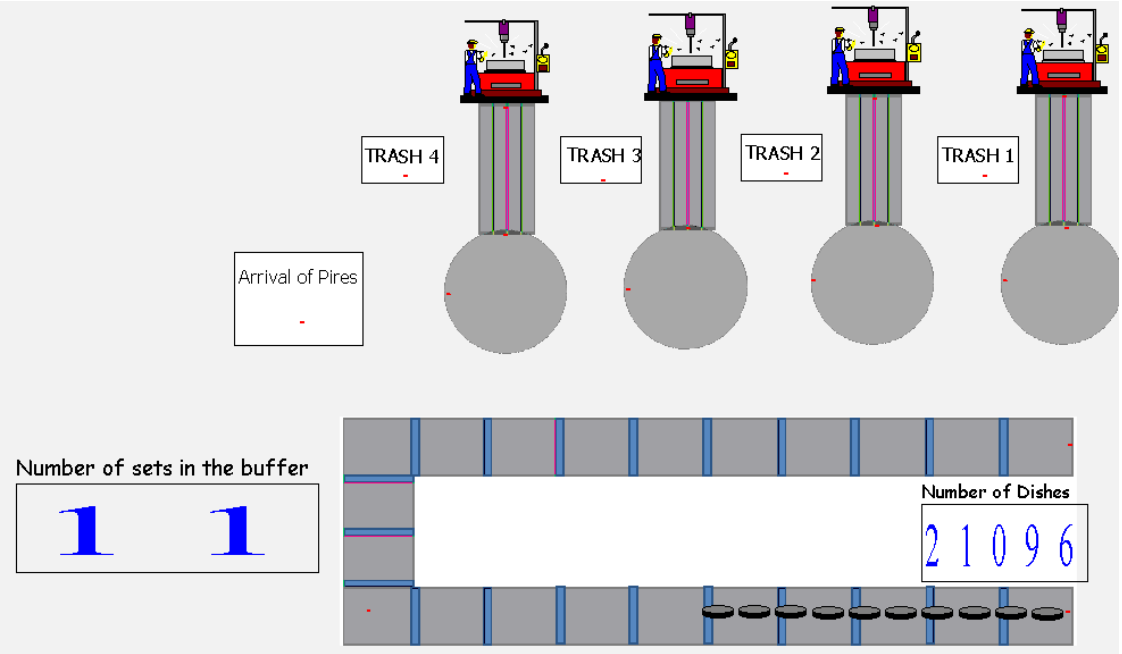


Figura 37 - Cenário futuro do centro de trabalho (Arena)

Neste segundo cenário, apesar do aumento do pulmão, verificou-se que entrou no forno o mesmo número de peças uma vez que a procura do F3 se manteve idêntico.

4.2.2 *Limpeza do posto de trabalho*

A *limpeza do posto de trabalho,* como é possível verificar no gráfico de *Pareto* das paragens, é a terceira paragem com mais influência neste centro de trabalho. O valor desta paragem será sempre elevado uma vez que por turno existe, maior parte das vezes, 3 limpezas do posto de trabalho.

Ao analisar os dados desta paragem, foi percetível que, quando se inicia a limpeza da primeira prensa, esta mantém-se parada até ao final do turno. Se o centro de trabalho estiver com os dois operadores disponíveis, o segundo operador inicia a limpeza da segunda prensa ao mesmo tempo que o primeiro operador iniciou a limpeza da primeira prensa, mantendo-se desligada. Caso contrário, a limpeza da segunda prensa é iniciada no final da primeira prensa. Por último, a limpeza da terceira prensa é iniciada no final das duas anteriores mantendo-se igualmente parada até ao final turno.

Para compreender como é que as quatro equipas efetuavam a limpeza procedemos à observação das mesmas. Assim, apuramos uma sequência de tarefas do processo de limpeza:

- desligar prensa;
- esperar que a mesa de acabamento fique vazia;
- desligar mesa de acabamento;
- limpar mesa de acabamento;
- limpar caixotes com as aparas que se encontram debaixo da prensa;
- varrer o chão;

Durante as observações foi possível retirar tempos de cada operação, através de um cronómetro, para perceber quais as tarefas que estão a influenciar o tempo de limpeza. Estes tempos estão registadas na tabela 5.

Tabela 5 - Tempos de cada operação de limpeza

Operação	Tempo
Desligar a prensa	00:03
Esperar que a mesa de acabamento fique vazia	01:20
Desligar mesa de acabamento	00:23
Limpar mesa de acabamento	04:20
Limpar caixotes com aparas	01:37
Varrer chão junto à prensa	01:23
Varrer chão junto à mesa de acabamento	01:33
Registar produções	01:10
Ligar prensa	00:15
Total	**12:04**

Como é possível observar, existem algumas operações que, por não acrescentarem valor nesta atividade, podem ser eliminadas como, por exemplo, a espera pelo esvaziamento da mesa de acabamento, e as que podem ser efetuadas ainda com a prensa em funcionamento.
Assim, reorganizou-se as operações de *limpeza do posto de trabalho* de modo a reduzir o tempo de limpeza (tabela 6).

Tabela 6 - Reorganização das operações

Operação	Tempo
Desligar a prensa	00:03
Varrer chão junto à prensa	01:23
Desligar mesa de acabamento	00:23
Limpar mesa de acabamento	04:20
Limpar caixotes com aparas	01:37
Varrer chão junto à mesa de acabamento	01:33
Ligar prensa	00:15
Total	**09:34**

As mudanças efetuadas na *limpeza do posto de trabalho* foram as seguintes:

- eliminação do tempo de espera para que a mesa de acabamento fique vazia;
- a limpeza do chão junto às prensas é efetuada mal desligue a prensa, de modo a aproveitar o tempo de esvaziamento da mesa de acabamento;
- o registo de produções passou a ser uma tarefa a realizar depois da limpeza do posto de trabalho;

Estas pequenas alterações permitiram uma redução em cerca de 21% do tempo real de operação de *limpeza do posto de trabalho*.

Ao longo das várias visualizações, foi possível observar que em grande parte das vezes, a limpeza iniciava-se cerca de 75 minutos antes do final do turno, sendo que pelo menos uma das máquinas ficava cerca de 75 minutos desligada. Para combater este tempo em que as prensas se encontram paradas foi criado um ficheiro que visa auxiliar os operadores na tarefa de voltar ou não a ligar as prensas e em caso afirmativo, quantas peças deverão de realizar.

O ficheiro criado para reduzir o tempo de paragem de cada máquina tem como ponto de partida um formulário onde deve de ser colocada a quantidade de operadores que irão realizar a limpeza das prensas (1 ou 2 operadores), a quantidade de prensas a limpar (é necessário sempre limpar, pelo menos, 3 prensas) e o horário do turno (figura 38).

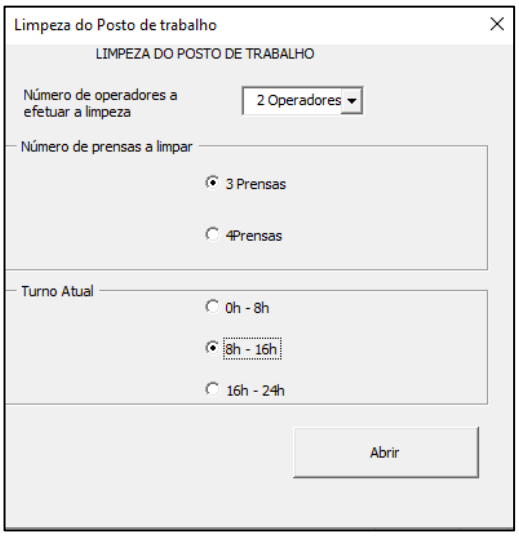
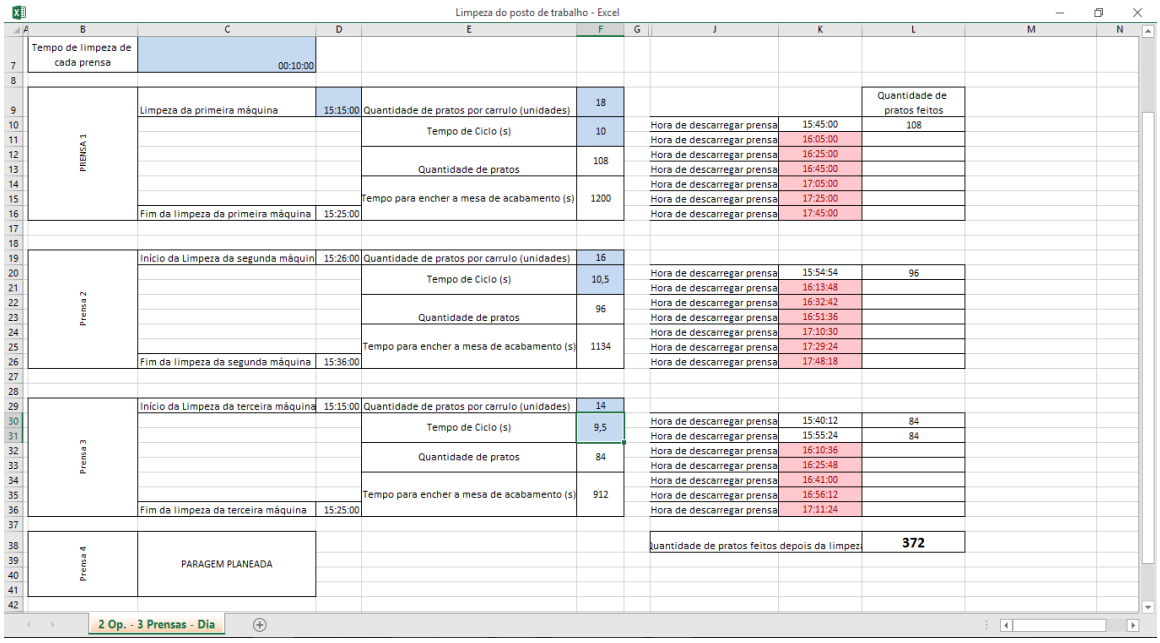


Figura 38 - Formulário inicial do ficheiro de limpeza do posto de trabalho

As informações presentes na figura anterior são importantes pois abrirá a folha de *Excel* correspondente aos dados introduzidos. Essa folha encontra-se representada na figura 39.



Limpeza do posto de trabalho - Excel

	B	C	D	E	F	J	K	L
7	Tempo de limpeza de cada prensa	00:10:00						
9	PRENSA 1	Limpeza da primeira máquina	15:15:00	Quantidade de pratos por carrulo (unidades)	18			Quantidade de pratos feitos
10				Tempo de Ciclo (s)	10	Hora de descarregar prensa	15:45:00	108
11						Hora de descarregar prensa	16:05:00	
12				Quantidade de pratos	108	Hora de descarregar prensa	16:25:00	
13						Hora de descarregar prensa	16:45:00	
14						Hora de descarregar prensa	17:05:00	
15				Tempo para encher a mesa de acabamento (s)	1200	Hora de descarregar prensa	17:25:00	
16		Fim da limpeza da primeira máquina	15:25:00			Hora de descarregar prensa	17:45:00	
19	Prensa 2	Início da Limpeza da segunda máquin	15:26:00	Quantidade de pratos por carrulo (unidades)	16			
20				Tempo de Ciclo (s)	10,5	Hora de descarregar prensa	15:54:54	96
21						Hora de descarregar prensa	16:13:48	
22				Quantidade de pratos	96	Hora de descarregar prensa	16:32:42	
23						Hora de descarregar prensa	16:51:36	
24						Hora de descarregar prensa	17:10:30	
25				Tempo para encher a mesa de acabamento (s)	1134	Hora de descarregar prensa	17:29:24	
26		Fim da limpeza da segunda máquina	15:36:00			Hora de descarregar prensa	17:48:18	
29	Prensa 3	Início da Limpeza da terceira máquina	15:15:00	Quantidade de pratos por carrulo (unidades)	14			
30				Tempo de Ciclo (s)	9,5	Hora de descarregar prensa	15:40:12	84
31						Hora de descarregar prensa	15:55:24	84
32				Quantidade de pratos	84	Hora de descarregar prensa	16:10:36	
33						Hora de descarregar prensa	16:25:48	
34						Hora de descarregar prensa	16:41:00	
35				Tempo para encher a mesa de acabamento (s)	912	Hora de descarregar prensa	16:56:12	
36		Fim da limpeza da terceira máquina	15:25:00			Hora de descarregar prensa	17:11:24	
38	Prensa 4	PARAGEM PLANEADA				uantidade de pratos feitos depois da limpez		372

2 Op. - 3 Prensas - Dia

Figura 39 - Interface principal do ficheiro de limpeza do posto de trabalho

Após a abertura da folha, observa-se a azul os locais que é necessário preencher com:

- tempo de limpeza de cada prensa – este tempo pode ser melhorado pelo que é possível editar;
- hora da limpeza da primeira prensa;
- quantidade de peças por carrulo de cada prensa;
- tempo de ciclo de cada prato;

Consoante os dados inseridos, irão aparecer na coluna K a que horas é necessário descarregar a prensa. Se, na coluna K, os dados aparecerem a vermelho, significa que já não podem produzir, porém, se aparecer sem cor ainda é possível produzir. No anexo E encontra-se representado o código para a criação deste ficheiro.

Com as alterações efetuadas, é fácil compreender que o tempo de *limpeza do posto de trabalho* diminui e aumenta o número de peças realizadas por turno. Devido ao aumento da capacidade de produção, é previsível que o tempo de *enforna indisponível* aumente porque o pulmão e a capacidade do forno se mantêm.

4.2.3 *Mudança de formas*

A quarta paragem com mais influência na disponibilidade da prensa, e última que analisaremos, é a *mudança de formas*. Esta paragem é definida pelo tempo entre a última peça boa que foi conformada pela prensa, até voltar a conformar uma peça boa de uma outra referência. A *mudança de formas* encontra-se divida em três fases:

- troca do cunho inferior, zona da forma que dá origem à parte inferior de um prato;
- troca do cunho superior, zona da forma que dá origem à parte superior de um prato;
- afinação da mesa de acabamento;

Existem 2 tipos de ferramentas: ferramenta *Dorst* que são colocadas na P2 e P4 e a ferramenta *Tools* que são colocadas na P1 e P3. Para cada uma das ferramentas, o método de executar a mudança é diferente pois cada uma das ferramentas é composto por componentes diferentes. Todavia, todas as peças podem ser colocadas em cada uma das prensas alterando apenas a membrana e a cobertura. No anexo F estão representados os vários tipos de componentes que existem em cada ferramenta.

Com o objetivo de diminuir o tempo de mudança, procedeu-se à implementação da metodologia SMED.

4.2.3.1 Single Minute Exchange of Die

Através da observação e visualização de filmagens, foi possível obter dados em relação ao tempo de paragem que deriva da *mudança de formas*. Esta análise tem como base uma mudança de referência planeada, ao contrário de outras mudanças que acontecem como por exemplo, por as membranas arrebentarem. Assim, os dados relativos aos tempos encontram-se representados na tabela 7.

Tabela 7 - Tempos reais de mudança de ferramenta para cada fase

	Ferramenta Dorst	**Ferramenta Tools**
Cunho inferior	00:08:40	00:13:24
Cunho superior	00:12:24	00:16:22
Acabamento	00:11:10	00:07:21
Total	00:32:14	00:37:07

Os componentes do cunho inferior são muito semelhantes nos dois tipos de ferramenta, contudo, o tempo de mudança é diferente já que a forma de colocação em cada uma das prensas é efetuado de maneira diferente. Já o cunho superior tem componentes muito diferentes em relação aos dois tipos de ferramenta, o que explica a diferença nos tempos de troca. Em todas as visualizações, a mudança foi realizada apenas por um operador.

4.2.3.1.1 Fase 1 – Separar atividades internas de atividades externas

Com base nos pressupostos do SMED, o primeiro passo foi a separação das atividades internas das atividades externas. Essa separação encontra-se nos anexos G e H correspondendo à mudança das ferramentas *Dorst* e *Tools*, respetivamente.

Através dessa separação foi possível obter quatro grandes grupos de atividades que podem ser realizadas antes ou depois da máquina estar parada. Esses grupos encontram-se representados na tabela 8, bem como as alterações a serem efetuadas para que essas operações sejam realizadas com a máquina em funcionamento.

Tabela 8 - Alterações na primeira fase do SMED

Grupo de operações	Alterações
Tempo despendido em limpar materiais, quer os que vão entrar quer os que estão a sair	Antes de desligar a prensa, garantir que as ferramentas a entrar se encontram limpas. Só limpa as ferramentas que saem, depois de ligar a prensa
Troca de argolas da ferramenta anterior para as ferramentas posteriores	Antes de iniciar a mudança, colocar argolas nas ferramentas a entrar e só tirar as argolas das ferramentas anteriores depois de acabar a mudança
Tempo despendido em procurar ferramentas para auxiliar a mudança	Só é iniciado a mudança quando tiver todas as ferramentas de auxilio à mudança disponível e colocado junto ao local de utilização
Tempo despendido em transportar a grua de apoio à mudança	Manter a grua de apoio à mudança num local estável transportando apenas os carros de apoio

Os resultados destas alterações encontram-se representados na tabela 9.

Tabela 9 - Resultados da primeira fase do SMED

Zona de mudança	Tipo de atividade	Ferramenta Dorst	Ferramenta Tools
Cunho inferior	Interna	00:05:15	00:07:53
	Externa	00:03:25	00:05:31
Cunho superior	Interna	00:09:27	00:09:36
	Externa	00:02:57	00:06:46
Acabamento	Interna	00:11:10	00:07:21
	Externa	00:00:00	00:00:00
Total de tempo com máquina parada		00:25:52 (-00:06:22)	00:24:50 (-00:12:17)

A alteração efetuada nesta fase do processo de redução do tempo de mudança obteve uma redução de cerca de 6 minutos no caso das ferramentas *Dorst* e cerca de 12 minutos no caso das ferramentas *Tools*.

4.2.3.1.2 Fase 2 – Converter atividades internas em atividades externas

Converter atividades internas em atividades externas prossupõe uma alteração no procedimento em vigor. Tendo em conta que a troca de membranas já é realizada antes de iniciar a mudança de ferramenta, o foco deverá ser em atividades que podem ser realizadas em simultâneo com a *mudança de formas*. Na tabela 10 é possível verificar a alteração que pode ser assumida nesta fase da implementação.

Tabela 10 - Alterações na segunda fase do SMED

Grupo de operações	Alterações
Realização da fase de acabamento no final da troca dos dois cunhos	Realizar, com o auxilio do segundo operador, a fase de acabamento com a utilização de pratos de produções anteriores guardadas junto às formas

Na figura 40 é possível verificar a implementação da operação anterior, colocando produções de pratos anteriores junto às ferramentas a entrar.

Figura 40 - Implementação da alteração na segunda fase do SMED

Na tabela 11 é possível verificar os resultados práticos desta fase.

Tabela 11 - Resultados da segunda fase do SMED

Zona de mudança	Ferramenta Dorst	Ferramenta Tools
Cunho inferior	00:05:15	00:07:53
Cunho superior	00:09:27	00:09:36
Acabamento	00:00:00	00:00:00
Total de tempo com máquina parada	00:14:42 (-00:11:10)	00:17:29 (-00:07:21)

A alteração efetuada nesta fase do processo foi realizada unicamente na fase de acabamento que, ao invés de ser um processo realizado apenas quando os dois cunhos forem trocados, é realizado ao mesmo tempo que a troca do cunho inferior e superior. O valor da afinação da mesa de acabamento é de zero minutos porque o tempo realizado é inferior ao somatório das duas trocas anteriores.

4.2.3.1.3 Fase 3 – Diminuir o tempo de atividades internas

Apesar do tempo em que as prensas se encontram paradas já ser 50% inferior ao valor inicial, ainda é possível diminuir este tempo através de ajustes em atividades onde seja obrigatório a máquina se encontrar desligada. Para tal, foi realizado o levantamento de todas as ferramentas utilizadas no processo de *mudança de formas*. Na tabela 12 encontram-se representadas todas as ferramentas utilizadas nos dois tipos de mudanças, bem como a sua função.

Tabela 12 - Ferramentas utilizadas na troca de ferramenta

Dorst			Tools		
Ferramenta		Função	Ferramenta		Função
Argola		• Colocar na ferramenta para transportar para outros locais	Argola		• Colocar na ferramenta para transportar para outros locais
Máquina de aparafusar		• Apertar parafusos do cunho inferior	Chave T 12		• Apertar parafusos na placa que junta a ferramenta às prensas
Chave de bocas 13		• Apertar parafusos que junta o funil à ferramenta	Chave de bocas 13		• Apertar parafusos que junta o funil à ferramenta
Chave de bocas 17		• Apertar parafusos que junta o funil à ferramenta • Apertar parafusos da ferramenta ao cunho inferior	Chave de bocas 17		• Apertar parafusos que junta o funil à ferramenta
			Tubo auxiliar 13/14		• Colocar tubo no encaixe da Chave T para auxiliar a tarefa

Para diminuir o tempo de paragem da máquina, procedeu-se a uma série de alterações que visam a simplificação das ações dos operadores. Na tabela 13 encontram-se representados estas alterações.

Tabela 13 - Alterações na terceira fase do SMED

Grupo de operações	Alterações
Utilização de dois tipos de chaves de bocas para apertar parafusos do funil	Alterar o tipo de parafuso, uniformizando todos os parafusos de cada funil
Utilização da ferramenta de aparafusar "Chave em T"	Utilização de um roquete pneumático com íman

Com a utilização da uma ferramenta de aparafusar pneumática (figura 41), torna-se possível reduzir não só o tempo em que o operador se encontra a realizar a tarefa de aperto como também reduzir o número de movimentações pois o operador consegue facilmente realizar a operação de um só lado. Esta ferramenta apenas pode ser considerada para a P1 e P3 uma vez que para as restantes prensas já existe uma pistola pneumática para desapertar os parafusos respetivos.

Figura 41 - Aparafusadora pneumática

Ao invés da ação anterior, a alteração do tipo de parafuso faz com que seja necessário menos ferramentas. No entanto, esta mudança não representa nenhuma melhoria em termos de tempo mas implica com que o tempo de procura daquele tipo de chaves seja menor.
Na tabela 14 é possível verificar a redução do tempo nesta fase do SMED.

Tabela 14 - Resultados da terceira fase do SMED

Zona de mudança	Ferramenta Dorst	Ferramenta Tools
Cunho inferior	00:05:15	00:03:57
Cunho superior	00:09:27	00:05:48
Acabamento	00:00:00	00:00:00
Total de tempo com máquina parada	00:14:42 (-00:00:00)	00:09:45 (-00:7:44)

Já na tabela 15, é possível verificar qual o ganho global do tempo de *mudança de formas*, desde a primeira fase até ao fim da implementação.

Tabela 15 - Resultados finais da implementação do SMED

Tempo	Ferramenta Dorst	Ferramenta Tools
Antes do SMED	00:32:14	00:37:07
Depois do SMED	00:14:42	00:09:45
Ganho	00:17:32	00:27:22

Através do diagrama de *Spaghetti* é possível analisar todas as movimentações na operação de *mudança de formas.* Na figura 42 encontra-se representado esta operação, nos dois tipos de prensas, antes de implementação do SMED.

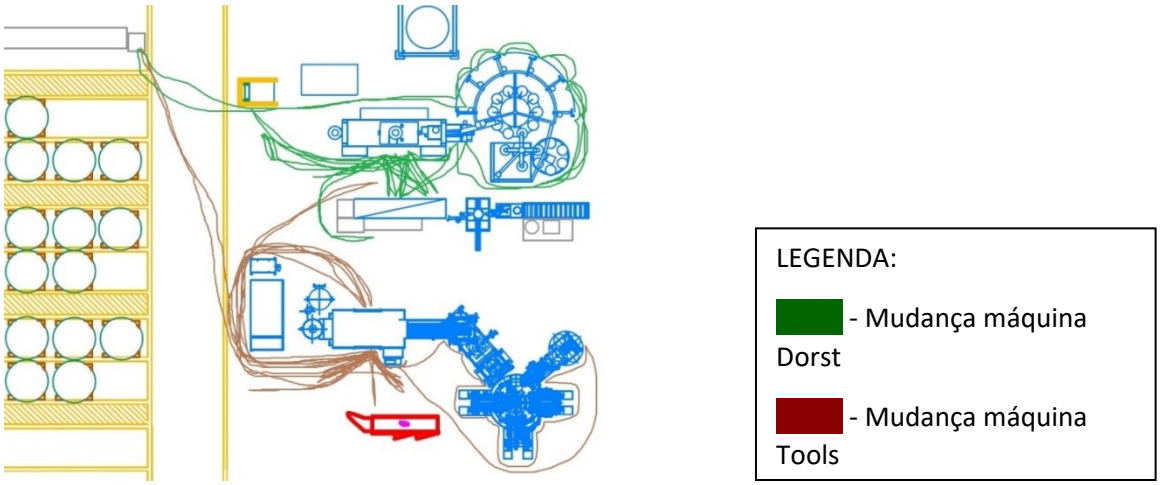


Figura 42 - Diagrama de Spaghetti antes da implementação do SMED

Na figura 43, estão representadas as duas operações de mudanças posteriores à implementação do SMED. Nesta fase, o segundo operador já se encontra a afinar a mesa de acabamento.

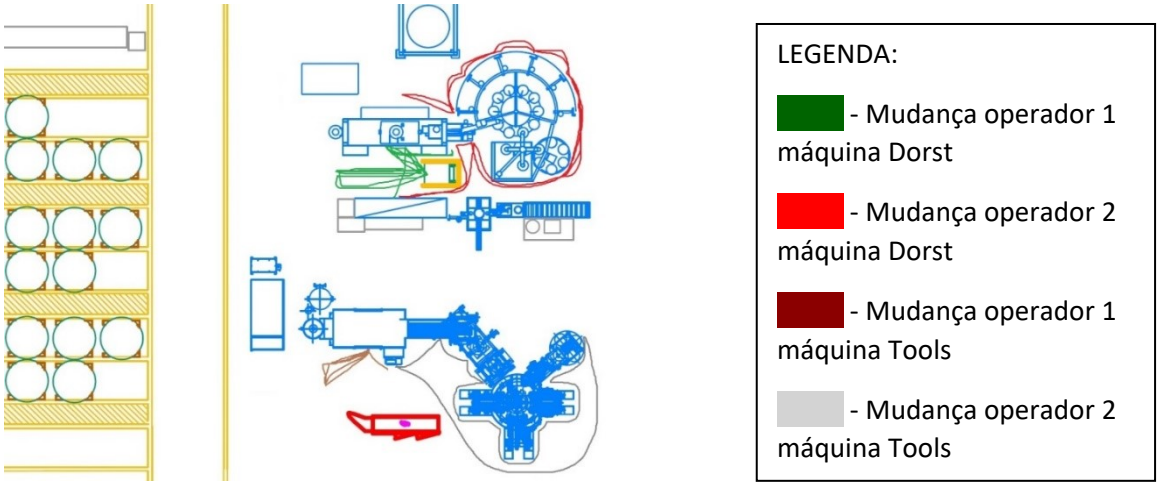


Figura 43 - Diagrama de Spaghetti depois da implementação do SMED

4.2.3.1.4 Fase 4 – Padronizar procedimento de mudança de formas

As alterações efetuadas em cada uma das fases da implementação do SMED apenas serão vantajosas para a organização se estes forem sempre realizados em situações normais. Como tal, existe a necessidade de padronizar a *mudança de formas* para que todos os operadores efetuem as ações da mesma forma. Esta padronização pode ser realizada através do visionamento de vídeos, formação teórica sobre como realizar ou através de normas onde o procedimento se encontra explicado.

Nesta fase da implementação criou-se uma norma sobre como realizar a *mudança de formas*. Na figura 44 encontra-se um exemplo da norma realizada para a troca de ferramenta Tools.

Norma de Mudança de Forma – Prensas 1 e 3

1) Retirar ferramenta da prensa

NOTA: as ferramentas devem se encontrar todas junto ao local de utilização.

1.1) Rodar o botão vermelho para a posição 1, imagem 1, de modo a passar a máquina para manual;

1.2) Abrir as portas da prensa;

1.3) Com o auxílio das escadas, imagem 2, remover o tubo de abastecimento de óleo (imagem 3);

1.4) Remover o parafuso que se encontra no centro da zona superior da placa;

1.5) Colocar argola na ferramenta (imagem 4) e, com o gancho que se encontra junto à prensa, encaixar na argola de modo a este segurar a ferramenta (imagem 5);

1.6) De seguida, desapertar os 4 parafusos que se encontram nos 4 cantos da placa onde está a ferramenta;

1.7) Remover a placa da ferramenta e colocar em cima de um carro de apoio;

1.8) Retirar o tubo de abastecimento e o funil do granulado (imagem 6) e desapertar o parafuso que se encontra no centro da zona superior da placa;

1.9) Repetir o procedimento anterior, desde o ponto 1.5, para o outro lado da ferramenta;

2) Colocar ferramenta na prensa

NOTA: as argolas devem de se encontrar já colocadas nas ferramentas a entrar.

2.1) Transportar a ferramenta do cunho inferior para a prensa;

2.2) Depois de centrar a placa na prensa, apertar os parafusos que se encontram nos 4 cantos da placa;

2.3) Retirar o gancho e a argola e apertar o parafuso que se encontra no centro da zona superior da placa;

2.4) Voltar a colocar o tubo de abastecimento de óleo;

2.5) Repetir o procedimento para a outra parte da ferramenta;

2.6) Voltar a colocar o funil e o tubo de abastecimento do granulado (imagem 6);

2.7) Fechar a porta e ligar a prensa.

1

JM/FP, 2017

Figura 44 - Norma da mudança de ferramenta Tools

4.2.4 Gestão de Competências

A capacidade que as organizações têm de se adaptar a qualquer perturbação do mercado externo deve-se, em grande parte, à capacidade dos colaboradores na adaptação a qualquer função, dentro ou fora do seu centro de trabalho. Assim, ao longo do projeto sentiu-se a necessidade de criar um ciclo de aprendizagem a fim de permitir aos colaboradores ter uma visão da organização mais abrangente e ainda aumentar a polivalência.

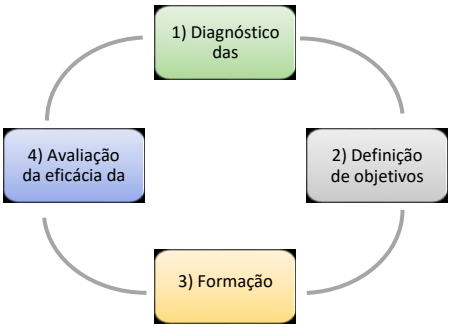


Figura 45 - Ciclo de gestão de competências

Como apresentado na figura 45, este ciclo de aprendizagem inicia-se com o diagnóstico de competências, onde foi possível apurar as competências necessárias às tarefas e

posteriormente estas serviram de base à realização de normas. Essas normas descrevem o procedimento indicado para cada tarefa.

Antes de passar à avaliação das competências dos operadores, foi necessário definir um objetivo adequado a cada norma. Posteriormente, cada operador foi avaliado e em caso de necessidade, procedeu-se à formação das pessoas de acordo com a norma utilizada. Por último, existe a necessidade de compreender se a formação foi ou não eficaz.

O processo de gestão de competências foi aplicado ao centro de trabalho prensas, sendo que numa primeira foram estabelecidas oito normas:

- abastecimento de granulado;
- afinação dos dois tipos de prensas;
- afinação dos dois tipos de mesa de acabamento;
- inspeção visual;
- mudança de formas nos dois tipos de prensas;

Para proceder ao registo das avaliações criou-se um documento *Excel* com uma tabela onde é colocado a competência atual do operador e, de seguida, qual o objetivo esperado pela empresa para esse operador. (figura 46).

Equipa	Nº	Operador	Operação	Competência Antes	Competência Após Formação	Objetivo	Estado	Data Formação	Resultado Formação
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Abastecimento de granulado	Especialista		Especialista			
PRENSAS	529	JOAO MANUEL GONCALVES VIEIRA	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1002	ALBINO MANUEL RODRIGUES MADAIL	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1060	PEDRO JOSE CUNHA PEREIRA CRUZ	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1543	ROGERIO MANUEL NUNES DA SILVA	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1590	URBINO SANTO DONO	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1835	NELSON GASPAR SANTOS	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	2036	JOSE ANTONIO CARDOSO PEREIRA	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	3188	ALEXANDRE FERREIRA AMADO	Abastecimento de granulado	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Afinação da prensa Dorst	Especialista		Especialista			
PRENSAS	529	JOAO MANUEL GONCALVES VIEIRA	Afinação da prensa Dorst	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1002	ALBINO MANUEL RODRIGUES MADAIL	Afinação da prensa Dorst	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1060	PEDRO JOSE CUNHA PEREIRA CRUZ	Afinação da prensa Dorst	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1543	ROGERIO MANUEL NUNES DA SILVA	Afinação da prensa Dorst	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1590	URBINO SANTO DONO	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	1835	NELSON GASPAR SANTOS	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	2036	JOSE ANTONIO CARDOSO PEREIRA	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	3188	ALEXANDRE FERREIRA AMADO	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Afinação da prensa Tools	Especialista		Especialista			
PRENSAS	529	JOAO MANUEL GONCALVES VIEIRA	Afinação da prensa Tools	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1002	ALBINO MANUEL RODRIGUES MADAIL	Afinação da prensa Tools	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1060	PEDRO JOSE CUNHA PEREIRA CRUZ	Afinação da prensa Tools	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1543	ROGERIO MANUEL NUNES DA SILVA	Afinação da prensa Tools	Autónomo		Especialista			
PRENSAS	1590	URBINO SANTO DONO	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	1835	NELSON GASPAR SANTOS	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	2036	JOSE ANTONIO CARDOSO PEREIRA	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	3188	ALEXANDRE FERREIRA AMADO	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão		Autónomo			
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Afinação da mesa de acabamento Dorst	Especialista		Especialista			

Matriz | Competências de cada membro

Figura 47 - Ferramenta de gestão de competências: definição de objetivos

Equipa	Nº	Operador	Operação	Competência Antes	Competência Após Formação	Objetivo	Estado	Data Formação	Resultado Formação
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Abastecimento de granulado	Especialista	Especialista	Especialista	Objetivo atingido		
PRENSAS	529	JOAO MANUEL GONCALVES VIEIRA	Abastecimento de granulado	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	02-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1002	ALBINO MANUEL RODRIGUES MADAIL	Abastecimento de granulado	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	02-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1060	PEDRO JOSE CUNHA PEREIRA CRUZ	Abastecimento de granulado	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	02-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1543	ROGERIO MANUEL NUNES DA SILVA	Abastecimento de granulado	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	02-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1590	URBINO SANTO DONO	Abastecimento de granulado	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	02-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1835	NELSON GASPAR SANTOS	Abastecimento de granulado	Autónomo	Autónomo	Especialista	Replanear Formaçã	02-02-2017	Reprovado
PRENSAS	2036	JOSE ANTONIO CARDOSO PEREIRA	Abastecimento de granulado	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	02-02-2017	Aprovado
PRENSAS	3188	ALEXANDRE FERREIRA AMADO	Abastecimento de granulado	Autónomo	Autónomo	Especialista	Replanear Formaçã	02-02-2017	Reprovado
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Afinação da prensa Dorst	Especialista	Especialista	Especialista	Objetivo atingido		
PRENSAS	529	JOAO MANUEL GONCALVES VIEIRA	Afinação da prensa Dorst	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	16-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1002	ALBINO MANUEL RODRIGUES MADAIL	Afinação da prensa Dorst	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	16-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1060	PEDRO JOSE CUNHA PEREIRA CRUZ	Afinação da prensa Dorst	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	16-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1543	ROGERIO MANUEL NUNES DA SILVA	Afinação da prensa Dorst	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	16-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1590	URBINO SANTO DONO	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	09-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1835	NELSON GASPAR SANTOS	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	09-02-2017	Aprovado
PRENSAS	2036	JOSE ANTONIO CARDOSO PEREIRA	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	09-02-2017	Aprovado
PRENSAS	3188	ALEXANDRE FERREIRA AMADO	Afinação da prensa Dorst	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	09-02-2017	Aprovado
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Afinação da prensa Tools	Especialista	Especialista	Especialista	Objetivo atingido		
PRENSAS	529	JOAO MANUEL GONCALVES VIEIRA	Afinação da prensa Tools	Autónomo	Autónomo	Especialista	Replanear Formaçã	09-03-2017	Reprovado
PRENSAS	1002	ALBINO MANUEL RODRIGUES MADAIL	Afinação da prensa Tools	Autónomo	Autónomo	Especialista	Replanear Formaçã	09-03-2017	Reprovado
PRENSAS	1060	PEDRO JOSE CUNHA PEREIRA CRUZ	Afinação da prensa Tools	Autónomo	Especialista	Especialista	Objetivo atingido	09-03-2017	Aprovado
PRENSAS	1543	ROGERIO MANUEL NUNES DA SILVA	Afinação da prensa Tools	Autónomo	Autónomo	Especialista	Replanear Formaçã	09-03-2017	Reprovado
PRENSAS	1590	URBINO SANTO DONO	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	02-03-2017	Aprovado
PRENSAS	1835	NELSON GASPAR SANTOS	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	02-03-2017	Aprovado
PRENSAS	2036	JOSE ANTONIO CARDOSO PEREIRA	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	02-03-2017	Aprovado
PRENSAS	3188	ALEXANDRE FERREIRA AMADO	Afinação da prensa Tools	Executa com supervisão	Autónomo	Autónomo	Objetivo atingido	02-03-2017	Aprovado
PRENSAS	1155	VITOR MANUEL SILVA BRAS	Afinação da mesa de acabamento Dorst	Especialista	Especialista	Especialista	Objetivo atingido		

Matriz | Competências de cada membro

Figura 46 - Ferramenta de gestão de competências: registo de dados relativos à formação

Consoante o objetivo, procedeu-se à formação do operador e analisou-se os resultados da mesma (figura 47). A formação tem como programa o visionamento de um filme e, de seguida, a exemplificação no terreno, por um especialista na norma, do método de realização do processo ensinado. Por último, no dia a seguir, o operador teve que colocar em prática a norma sendo avaliado pelo especialista e pelo encarregado que aprovaram ou reprovaram o colaborador.

Deste modo, na folha "Matriz" encontra-se representado (figura 48):

1. competências/normas por centro de trabalho;
2. estado atual e objetivos de competências do centro de trabalho;
3. equipa e nome de operador;
4. avaliação de cada operador na respetiva competência;

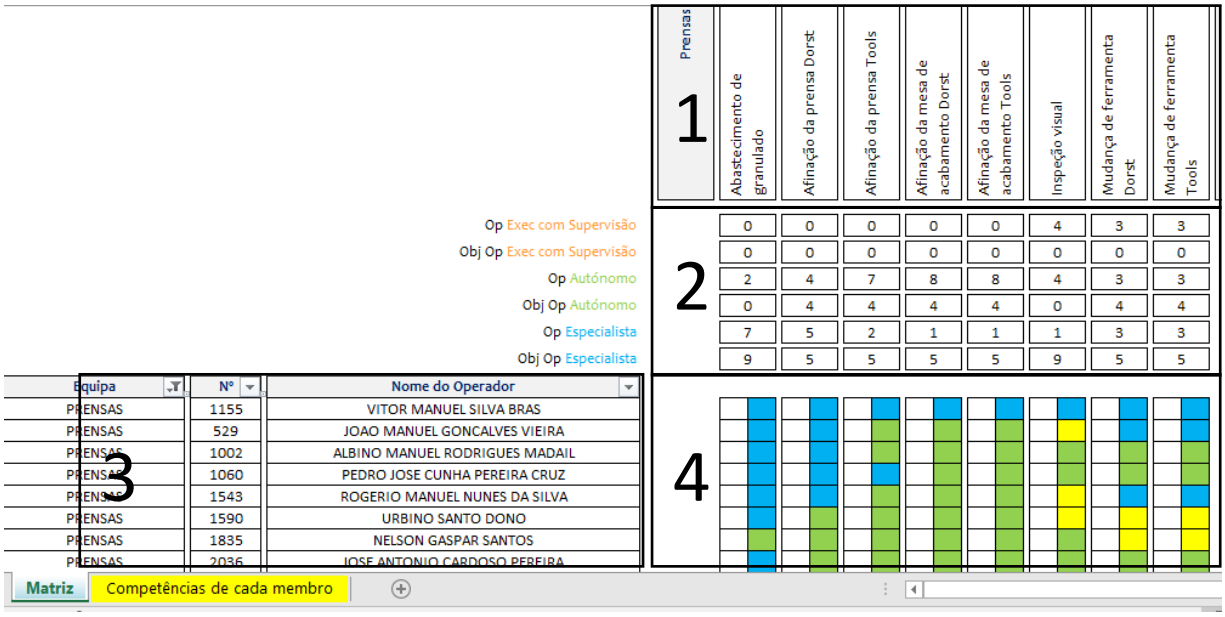


Figura 48 - Ferramenta de gestão de competências: matriz com a atualização dos dados

Apesar dos objetivos que a organização traçou para cada competência não terem sido alcançados, verificou-se, ao longo do processo, uma maior preocupação por parte de todos os operadores não só em aprender como também em fazer o melhor possível para que possam ser apelidados de "especialistas".

Através desta ferramenta é possível verificar, num só documento, todas as normas existentes em cada centro de trabalho, bem como saber quais os operadores competentes para a respetiva função. Com esta monitorização, o encarregado de cada centro de trabalho (que também é encarregado de mais centros de trabalho) consegue gerir melhor a equipa, nunca comprometendo o bom funcionamento da organização.

4.3 Resultados

4.3.1 Resultados do estudo de aumento do pulmão

No cenário atual do centro de trabalho verifica-se que existem quatro equipas com dois operadores cada, no qual trabalham vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana. O salário médio na VA de um operador do centro de trabalho prensas é de 600€ (euros) por mês. Contudo, como neste centro o horário inclui horas noturnas o seu ordenado aumenta em 25% recebendo 750€ mensalmente.

Com a implementação do cenário de aumento do pulmão este centro de trabalho irá trabalhar apenas dezasseis horas por dia, com apenas três equipas de dois membros cada.

Uma vez que existiu a redução de dois funcionários, existem duas possibilidades:

i. existe a necessidade de manter os operadores na empresa, numa outra posição;
ii. não existe a necessidade de manter os operadores na empresa pelo que se rescinde o contrato de trabalho;

Para compreender os benefícios deste cenário de aumento do pulmão, iremos supor que acontecerá a possibilidade ii. Com esta suposição, a organização pouparia cerca de 21.000€ por ano tendo em conta que paga catorze salários por ano a cada operador.

Segundo a informação que foi possível recolher com base no conhecimento da equipa de manutenção da VA, o triplicar do tamanho do pulmão teria um custo de 70.000€.

Na figura 49 encontra-se representado o payback previsto deste investimento.

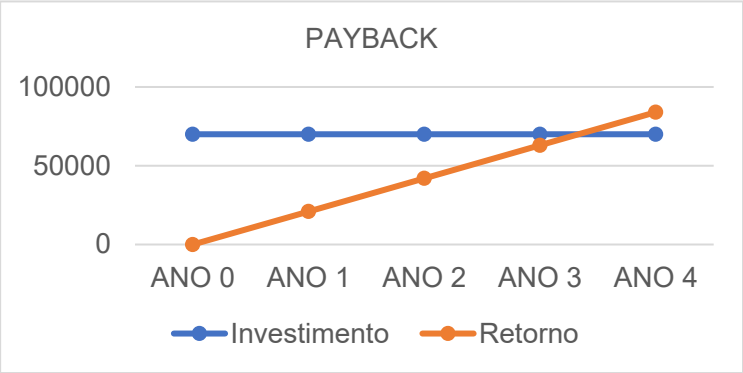


Figura 49 – Payback previsto do aumento do pulmão

Também com este novo cenário é possível observar a previsível evolução do *Overall Equipment Effectiveness* (figura 50).

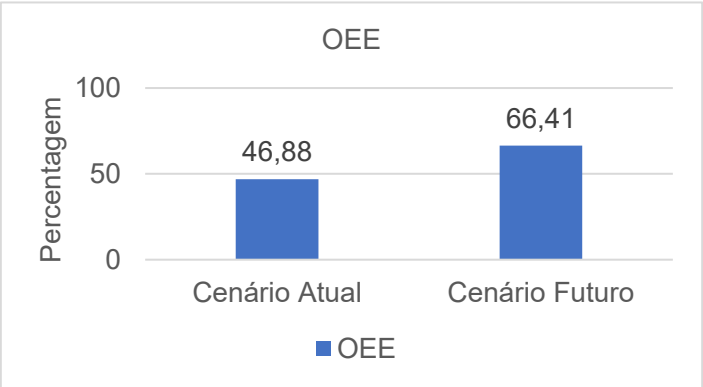


Figura 50 - OEE previsto do aumento do pulmão

4.3.2 Evolução do *OEE*

Nesta fase pretende-se verificar a evolução semanal do *OEE* ao longo do projeto. O gráfico com esta evolução encontra-se representado na figura 51, sendo que os valores de eficiência para a semana 52, última semana do ano de 2016, se encontra a 0 pois a fábrica encerrou para férias de natal.

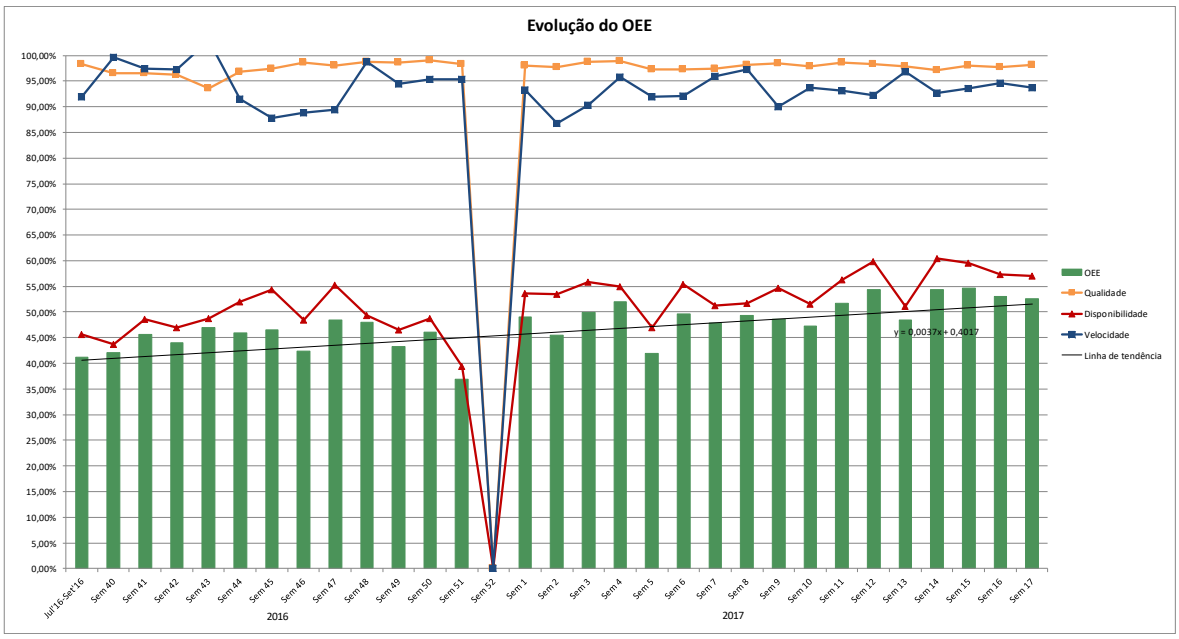


Figura 51 - Evolução do OEE semanalmente

Os 3 parâmetros que perfazem este indicador: qualidade, velocidade e disponibilidade são estudados semanalmente para que se consiga entender quais os impactos das ações realizadas neste centro de trabalho.

Quanto à qualidade, observa-se que esta manteve-se constante ao longo tempo, atingindo o seu mínimo na semana 43, do ano de 2016, com cerca de 94%.

O fator velocidade, apesar de não ter sido estudado, apresentou uma grande variação tendo sido verificado o seu valor mínimo de 86,81% na semana 2, do ano 2017, e atingiu o seu máximo na semana 43 de 2016 com 102,95%. Esta variação ocorreu porque o granulado chegou com condições variáveis, sendo necessário produzir a peça acima ou abaixo da velocidade padrão.

Em relação ao fator disponibilidade denota-se uma clara evolução positiva, devido às alterações descritas durante este projeto. O valor mínimo que este fator apresentou foi cerca de 39% na semana 51 de 2016 uma vez que cerca de dois dias este centro não trabalhou, enquanto que o seu valor máximo foi atingido na semana 14 de 2017 sendo de cerca de 60%.

Já o valor do *OEE*, uma vez que é a interação dos três parâmetros anteriores, atingiu o seu máximo na semana 15 de 2017 com o valor de 54,67%. É possível observar na figura 51 que o indicador de eficiência em estudo mantém-se constante nas últimas 4 semanas do estudo. Estas quatro semanas correspondem ao mês de abril, alcançando uma média de 53,67% de *OEE*. Uma vez que a média no inicio do projeto era de 41,22%, verificou-se uma evolução de

12,45%, ou seja, o centro de trabalho encontra-se mais 12,45% de tempo a conformar peças boas do que no começo.

Para conseguir transpor para valores monetários os ganhos deste projeto, é necessário entender a quantidade de pratos a mais que irão ser conformados a mais face ao valor inicial. Além da conformação existem outros dados, como as "quebras no processo" - refugo de peças ao longo de todo o processo, que não chegaram à escolha - e as "quebras da escolha" – refugo de peças que chegaram à escolha – com valores de 3,2% e 12,3% (verificou-se uma redução de cerca 10,9%), respetivamente. Na figura 52 e 53 encontram-se os ganhos deste projeto.

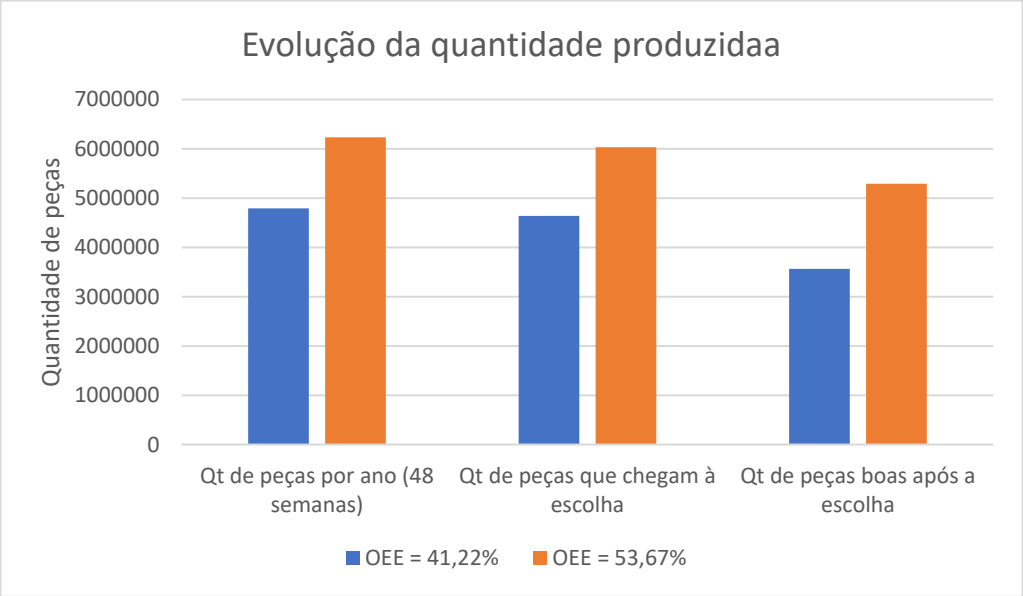


Figura 52 - Evolução da quantidade produzida

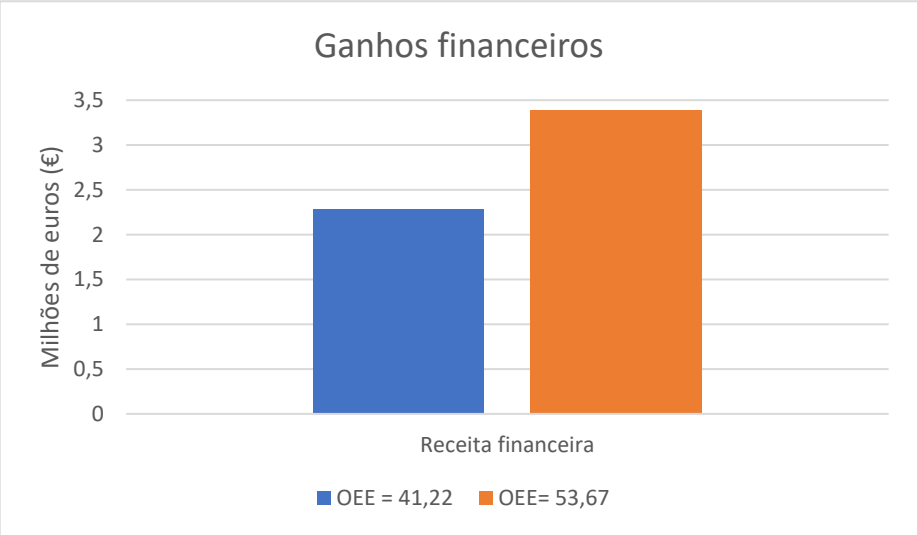


Figura 53 - Ganhos financeiros

O preço unitário de 0,64€ é o preço a que é vendida a peça realizada através deste processo até à ida para o outro centro da unidade fabril, onde as peças são decoradas.

O único investimento possível ao longo do projeto seria a alteração dos parafusos do funil de enchimento das prensas isostáticas. Contudo, como a alteração a realizar foi de apenas alargamento do furo no molde, os custos foram suportados pela equipa de manutenção da VA.

Estes custos foram apenas elétricos uma vez que a ferramenta que auxiliou esta alteração era de abastecimento elétrico.

Deste modo, o ganho financeiro ao fim de um ano de trabalho será cerca de 1.105.600,00€.

5. CONCLUSÃO

5.1 Reflexão

A filosofia *Lean* como qualquer outra filosofia, apenas deve de ser aplicada se tiver como base as pessoas e o envolvimento das mesmas. Este projeto iniciou-se pela tentativa de envolvimento de todas as pessoas através da reformulação do quadro de *Kaizen* diário, onde foi possível todos os operadores visualizarem a evolução dos indicadores de eficiência medidos no projeto. Esta tentativa apesar de bem-sucedida, teve algumas dificuldades, pois as alterações realizadas deram aos operadores por um lado mais autonomia, mas por outro, mais trabalho dado que alguns indicadores eram eles próprios que os colocavam. A resistência à mudança observada nesta fase foi um dos fatores que mais facilmente colocariam a viabilidade do projeto em causa, impossibilitando a implementação de novas ações no projeto.

Antes de realizar qualquer alteração ao centro de trabalho, foi necessário desenvolver um estudo relativo ao mesmo centro. Apesar de várias ferramentas utilizadas, o *VSM* foi a ferramenta com que mais foi possível aprender dado requerer um estudo de todas as operações, de valor acrescentado e de valor não acrescentado, bem como transpor este estudo para valores de tempo. Esta tarefa, apesar de parecer simples, apresentou algum grau de dificuldade tendo em conta que os níveis de inventário apresentados, entre alguns processos, eram de valor elevado. Também nesta fase, a análise do indicador *OEE* foi crucial pois toda a equipa de trabalho pôde focar-se num dos parâmetros específicos que constituem este indicador de eficiência. De outro modo seria impossível não só chegar ao problema da disponibilidade como também efetuar implementações válidas para este projeto.

A utilização da ferramenta *SMED* como forma de redução do tempo de *setup* (tempo de troca de ferramenta) também se mostrou como uma mais valia neste projeto reduzindo em mais de 50% cada tempo de troca. Através das melhorias implementadas nesta fase, a motivação e empenho dos operadores foi crescendo pois melhorou o trabalho da troca de ferramentas aumentando também a entreajuda entre cada tarefa.

Ao longo de todo o projeto, a utilização da ferramenta *5 Porquês* foi uma constante que contribuiu para chegar a causas raiz de problemas não só complexos mas também problemas de rápida análise.

Assim, a utilização de várias ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* fez com que fosse possível identificar e diminuir os desperdícios e aumentar o valor para o cliente final.

Os resultados obtidos neste projeto revelaram-se bastante positivos uma vez que, foi possível melhorar em cerca de 12%. Com a diminuição dos stocks intermédios verificou-se também uma diminuição da percentagem de quebras no processo de escolha em cerca de 10,9%. Esta melhoria não representa apenas um ganho para a organização, como também representa o esforço que cada operador coloca no seu trabalho diariamente, estimulando a sua motivação para a resolução dos problemas diários.

Com este projeto realizado na Vista Alegre foi possível, a um nível interno, aumentar a proatividade de todos os operadores, estando agora mais recetivos à mudança e, a um nível externo, responder com maior facilidade à variabilidade de procura que apresenta esta organização.

Para o autor, este projeto também representa um aumento das suas capacidades não só no conhecimento da temática *Lean*, que por si só já é uma mais-valia, mas também na capacidade de se adaptar a qualquer ambiente fabril uma vez que esta experiência constituiu um verdadeiro desafio ao nível de competências sociais dado a resistência à mudança.

5.2 Desenvolvimentos futuros

Com as melhorias apresentadas é de prever que a capacidade de produção do centro de trabalho prensas aumente consideravelmente, o que fará aumentar a paragem *enforna indisponível* uma vez que, a capacidade do forno se manterá constante. A possibilidade de enfornar as peças vindas do centro de trabalho pires num outro forno é impossível porque a capacidade dos outros fornos também não o permitem. Assim, a possibilidade de aumentar o pulmão existente antes do F3 poderá ganhar força. Com base no estudo apresentado neste projeto, os ganhos inerentes a esta implementação serão bons quando comparados com o momento atual do centro de trabalho.

Um dos parâmetros existentes no *OEE* e que não foi estudado é a velocidade. Este parâmetro apesar de, em média, se manter em níveis altíssimos, apresenta uma grande variabilidade quando estudado prensa a prensa. Ou seja, a velocidade em algumas prensas poderá estar a 120%, o que significa que trabalhou com o tempo de ciclo inferior ao padrão, ou então poderá estar a cerca de 60%, o que pode significar exatamente o oposto da possibilidade anterior. Esta grande diferença, apesar de não existirem estudos que comprovam o mesmo, poderá ser causada pela qualidade, ou falta dela, do granulado que chega à organização. Assim, a possibilidade de, na hora, efetuar testes ao granulado de uma forma rápida e eficaz geraria uma vantagem organizacional.

Um dos outros motivos para a baixa percentagem de velocidade deve-se ao facto de existirem muitas micro paragens que não são contabilizadas. Estas paragens acontecem, maioritariamente, quando a mesa de acabamento se encontra cheia, não sendo possível descarregar lá mais peças. Quando o operador se encontrar ocupado a realizar outra tarefa e a mesa de acabamento se encontrar cheia, é impossível para o operador saber se deve ou não ir transportar as peças para o tapete. Daí, surge a possibilidade de implementar um *andon*[1] que indique que a mesa se encontra cheia.

Por último, e apesar de já terem sido realizadas algumas ações para melhorar o centro de trabalho, a implementação da ferramenta *5S*[2] é inevitável na sustentabilidade do local de

[1] Ferramenta *Lean* que avisa através de sinais luminoso/sonoros que existe algum defeito ou problema.
[2] Ferramenta *Lean* de origem japonesa que visa a organizar o local de trabalho

trabalho. Deste modo, a organização deverá formar os operadores e de seguida iniciar um processo de melhoria continua realizando cada S dos 5 existentes: limpeza, arrumação, limpeza, normalização e disciplina.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, G. F., Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). Simulações de Arranjos Físicos por Produto e Balanceamento de Linha de Produção. In *XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia* (pp. 1–15).

Akers, P. (2014). *Louvor ao Lean em 2 segundos*. (A. Vogt & A. Thompson, Eds.) (FastCap).

Ar, R., & Al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping : A Lean Manufacturing Process Case Study, *41*(Iris), 1727–1734. http://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375

Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of High Impact Lean Production Tools in Automobile Industries using Weighted Average Method. *Procedia Engineering*, *97*, 2072–2080. http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.450

Bauer, W., Ganschar, O., & Gerlach, S. (2014). Development of a Method for Visualization and Evaluation of Production Logistics in a Multi-Variant Production. *Procedia CIRP*, *17*, 481–486. http://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.027

Black, J. T., & Hunter, S. I. (2003). Lean manufacturing systems and call design.

Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Int . J . Production Economics Successful lean implementation : Organizational culture and soft lean practices. *Intern. Journal of Production Economics*, *160*, 182–201. http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013

Chand, G., & Shirvani, B. (2000). Implementation of TPM in cellular manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*, *103*, 149–154.

Chen, J., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean / sigma continuous improvement process : an industrial case study. *International Journal of Production Research, 48:4*, 1069–1086. http://doi.org/10.1080/00207540802484911

Chen, S., Fan, S., Xiong, J., & Zhang, W. (2016). The Design of JMP / SAP Based Six Sigma Management System and its Application in SMED. *International Journal of Production Research, 174*, 416–424. http://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.161

Cloete, B. C., Provincial, W. C., Section, H., Africa, S., Campus, B., Africa, S., … Africa, S. (2012). A Lean Six Sigma approach to the improvement of the selenium analysis method, 1–13. http://doi.org/10.4102/ojvr.v79i1.407

Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvements. *International Journal of Operations & Production Management*, *20*(12), 1488–1502.

Dogra, M., Sharma, V. S., Sachdeva, A., & Dureja, J. S. (2011). TPM- a key strategy for productivity improvement in process industry. *Journal of Engineering Science and Technology*, *6*(1).

Duque, D. F. M., & Cadavid, L. R. (2007). Lean manufacturing meausrement: the relationship between lean activities and lean metrics, *23*(105), 69–83. http://doi.org/10.1016/S0123-5923(07)70026-8

Fazel, A., Soltani, I., & Rafiee, M. (2016). Providing the Applicable Model of Performance

Management with Competencies Oriented. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *230*(May), 190–197. http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.09.024

Fercoq, A., Lamouri, S., & Carbone, V. (2016). Lean / Green integration focused on waste reduction techniques. *Journal of Cleaner Production*, *137*, 567–578. http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.107

Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time : a tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, *7*, 598–603. http://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039

GEMBA KAIZEN versus MUDA, MURA, MURI. (2017), *3306*(February), 5–7. http://doi.org/10.1080/21563306.2012.10554218

Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation : A Case Study. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research*, *1*(1), 115–124.

Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, *24*(10), 994–1011.

Hirano, H. (2009). JIT Implementation Manual, The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing. *New York: CRC Press*, *3*.

Melton, T. (2005). What Lean Thinking has to Offer the Process Industries, (June), 662–673. http://doi.org/10.1205/cherd.04351

More, A. S., Ugale, S. K., & Unawane, D. B. (2016). Overall Equipment Effectiveness (pp. 253–256).

Nyemba, W., & Mbohwa, C. (2016). Modelling , simulation and optimization of the materials flow of a multi-product assembling plant. *Procedia Manufacturing*, *8*, 59–66. http://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.007

Palšaitis, R., Čižiūnienė, K., & Vaičiūtė, K. (2017). Improvement of Warehouse Operations Management by Considering Competencies of Human Resources. *Procedia Engineering*, *187*, 604–613. http://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.420

Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2010). Classification scheme for lean manufacturing tools, *7543*(February). http://doi.org/10.1080/0020754021000049817

Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*.

Rauch, E., Damian, A., Holzner, P., & Matt, D. T. (2016). Lean Hospitality - Application of Lean Management methods in the hotel sector. *Procedia CIRP*, *41*, 614–619. http://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.019

Rocha, G. B., Passador, C. S., & Shinyashiki, G. T. (2017). What is the social gain from competency management ? The employees ' perception at a Brazilian public university. *Revista de Administração*. http://doi.org/10.1016/j.rausp.2017.05.001

Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production line analysis via value stream mapping : a lean manufacturing process of color industry. *Procedia Manufacturing*, *2*(February), 6–10. http://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.002

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate MUDA*.

Silva, L., Pinto, M., & Subramanian, A. (2007). Utilizando o Software Arena como Ferramenta de

Apoio à Produção. In *XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (pp. 1–10).

Souza, F. B. de, & Pires, S. R. I. (1999). Análise e proposições sobre o balanceamento e uso de excesso de capacidade em recursos produtivos. *Gestão & Produção*, *6*(2), 111–126.

Spagnol, G. S., Li, L., & Newbold, D. (2013). *Lean principles in Healthcare : an overview of challenges and improvements*. *IFAC Proceedings Volumes* (Vol. 46). IFAC. http://doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00035

Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *12th Global Congress on Manufacturing and Management*, *97*, 1875–1885. http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341

Sütőová, A., Markulik, S., & Solc, M. (2012). Kobetsu Kaizen – its value and application. *Electronic International Interdisciplinary Conference*, 108–110.

Venkataraman, K., Ramnath, B. V., Kumar, V. M., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Materials Science*, *6*(Icmpc), 1187–1196. http://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.192

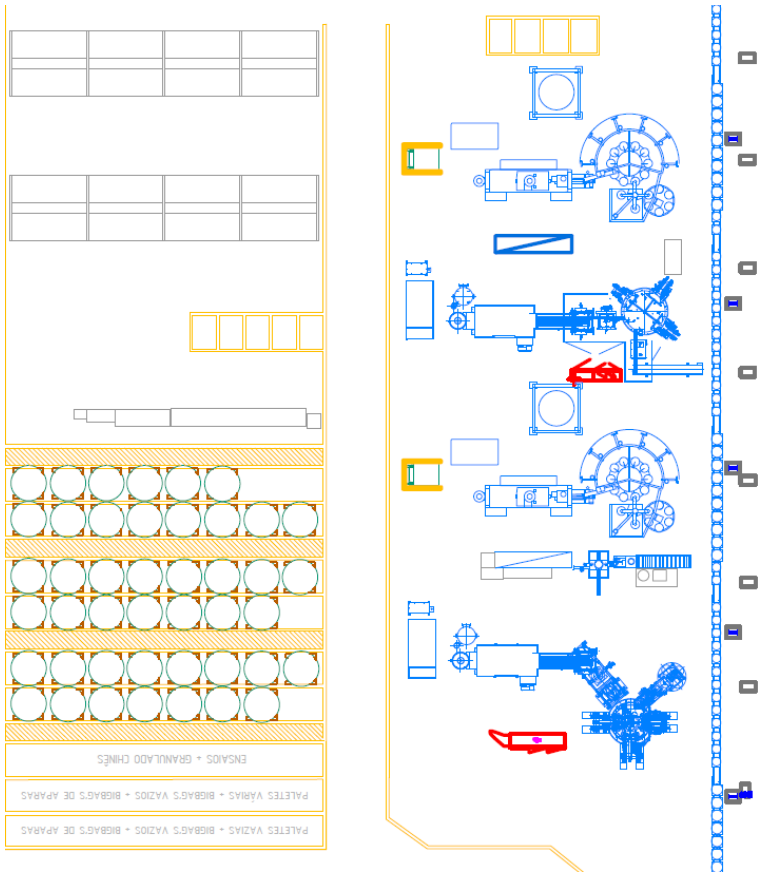
Warnecke, H. J. ., & Huser, M. (1995). Production Economics Lean Production, *41*, 37–43.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1992). *A máquina que mudou o mundo*. (E. Campus, Ed.) (16th ed.).

Wood, T. J. (1992). Artigo Fordismo, Toyotismo e Volvismo: os Caminhos da Indústria. *Revista de Administração de Empresas*, *32*(4), 6–18.

7. ANEXOS

Anexo A.1: Planta do centro de trabalho prensas



Anexo A.2: Pulmão presente antes do F3

Anexo B: As 20 referências mais vendidas do centro de trabalho prensas

Código	Descrição	Quantidade	Valor Movimentado	Preço médio do prato
1001716	PB PR. RASO 027 ESTORIL 650/27	970196	678.986,79 €	0,70 €
1001719	PB PR. SOBREM.021 ESTORIL 650/21	607144	236.749,63 €	0,39 €
1004095	PR. RASO 024 COIMBRA 150/24 "MARCA SP"	179274	102.186,18 €	0,57 €
1003580	PRATO SOPA GOURMET S/DECOR PN	175186	129.637,64 €	0,74 €
1004092	PR SOBREM COIMBRA 150/19 "MARCA SP"	174970	59.489,70 €	0,34 €
1003841	PRATO 21 PERLA S/DECOR PN	167014	66.799,06 €	0,40 €
1005126	PRATO RISOTTO S/DECOR PN	166981	121.896,13 €	0,73 €
1005056	PRATO AZEITE DIPPING S/DECOR PN	156752	23.512,80 €	0,15 €
1001697	PB PR. RASO 027 ESCORIAL 550/27	153786	101.475,24 €	0,66 €
1001718	PB PR. SOPA ESTORIL 650/23	152839	74.891,11 €	0,49 €
1001717	PB PR. RASO 025 ESTORIL 650/25	144580	87.176,12 €	0,60 €
1001721	PB PR. SOBREM.019 ESTORIL 650/19	136404	46.374,28 €	0,34 €
1004097	PR COIMBRA 28 ESP "MARCA SP"	111210	106.761,60 €	0,96 €
1003757	PR SOPA DOMO S/DECOR 02PN	108832	62.034,24 €	0,57 €
1001700	PB PR. SOBREM.021 ESCORIAL 550/21	108200	42.198,00 €	0,39 €
1003838	PRATO 27 PERLA S/DECOR PN	104316	70.934,88 €	0,68 €
1003843	PRATO PASTA 24 PERLA S/DECOR 24PN	103620	61.135,80 €	0,59 €
1003398	PR ESTORIL 29,5 S/DECOR	101077	92.990,84 €	0,92 €
1003587	PRATO 28 GOURMET S/DECOR PN	97302	79.787,64 €	0,82 €
1003986	PR RED SOBR 22 MULTIFORMA S/DECOR PN	87614	40.302,44 €	0,46 €

Anexo C: Código de Ficheiro de apoio ao planeamento

```
Sub Macro1()


'Para atualização do ecrã
Application.ScreenUpdating = False

'Apagar dados
Range("C22:C39").Select
Selection.ClearContents
Range("C42:C52").Select
Selection.ClearContents
Range("C58:C65").Select
Selection.ClearContents

'Definir valores iniciais das variáveis para linhas da Lippert, Voit e F2
L = 22
V = 42
F = 58

'Determinar nº de refs colocadas no chacote
Range("C3").Select
ultLinha = Range("C3").End(xlDown).Offset(0, 0).Row


'Solução Inicial

'Se só for vidrada no F2 vai para F2, se só for vidrada no voit vai para a voit e se puder sem vidrada em ambas vai para a Lippert

For i = 3 To ultLinha

    If Range("M" & i).Value = "Lippert e Voit" Then 'Coloca ref a ser vidrada na Lippert
    Range("C" & i).Select
    Selection.Copy
    Range("C" & L).Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    L = L + 1

    ElseIf Range("M" & i).Value = "Voit" Then   'Coloca ref a ser vidrada na Voit
    Range("C" & i).Select
    Selection.Copy
    Range("C" & V).Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    V = V + 1

    Else                'Coloca ref a ser vidrada no F2
    Range("C" & i).Select
    Selection.Copy
    Range("C" & F).Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    F = F + 1

    End If

Next i


'Calcula o valor da solução encontrada (Nº de dias de vidração em chacote)
V1 = Range("Y22").Value
V2 = Range("Y42").Value
SI_Max = Application.WorksheetFunction.Max(V1, V2)
SI_Min = Application.WorksheetFunction.Min(V1, V2)

'Optimização da solução inicial

'Colocar refs da Lippert na voit e analisar a qualidade da solução encontrada.
'Sempre que a solução encontrada for melhor que a anterior, alterar a ref de máquina e o valor da solução.

' Determinar nº de refs a ser vidrada na Lippert
ultLinha2 = Range("C22").End(xlDown).Offset(0, 0).Row

'Iniciar um ciclo que se repete durante 100 vezes
For k = 1 To 100

For j = 22 To ultLinha2
    Range("C" & j).Select
    Selection.Copy 'Copia as referências da máquina Lippert
    Range("C" & V).Select 'Cola as referências para a máquina VOIT
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("C" & j).Value = ""

     V1 = Range("Y22").Value
    V2 = Range("Y42").Value
    Range("Z" & j).Value = Application.WorksheetFunction.Max(V1, V2)
    Range("C" & V).Select 'Copia as referências da máquina VOIT
    Selection.Copy 'Copia as referências da máquina VOIT
    Range("C" & j).Select 'Cola as referências para a máquina Lippert
```

```
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("C" & V).Value = ""
Next j
    'Células ocultas para verificar melhores resultados obtidos
    a = Application.WorksheetFunction.Min(Range("Z17", "Z24"))
    b = Application.WorksheetFunction.Match(a, Range("Z17", "Z24"), 0)
    c = b + 16

    If a < SI_Max Then
    'Se a solução obtida for a melhor, colocar as referências nas respetivas máquinas
    Range("C" & c).Select
    Selection.Copy
    Range("C" & V).Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("C" & c).Value = ""
    Range("Z17:Z24").Select
    Selection.ClearContents
    SI_Max = a
    V = V + 1

    Else

    End If
    'Apagar dados de soluções otimas - auxiliares
    Range("Z17:Z24").Select
    Selection.ClearContents
    Range("A1").Select

Next k

Application.ScreenUpdating = True

'Aparecer mensagem em relação aos valores do maior número
If SI_Max > 7.5 Then
MsgBox "N° de dias de vidração em chacote: " & SI_Max & vbNewLine & "Necessário retirar refs / qts!"
ElseIf SI_Max < 6.5 Then
MsgBox "N° de dias de vidração em chacote: " & SI_Max & vbNewLine & "Necessário adicionar refs / qts!"
Else
MsgBox "N° de dias de vidração em chacote: " & SI_Max
End If

Application.ScreenUpdating = True
'Aparecer mensagem em relação aos valores do menor número
If SI_Min > 7.5 Then
MsgBox "N° de dias de vidração em chacote: " & SI_Min & vbNewLine & "Necessário retirar refs / qts!"
ElseIf SI_Min < 6.5 Then
MsgBox "N° de dias de vidração em chacote: " & SI_Min & vbNewLine & "Necessário adicionar refs / qts!"
Else
MsgBox "N° de dias de vidração em chacote: " & SI_Min
End If

End Sub
```

Anexo D: Estudo do aumento do pulmão

THE USE OF ARENA SOFTWARE TO REDUCE COSTS AND INCREASE PRODUCTIVITY IN VISTA ALEGRE ATLANTIS

Francisco da Costa Pinho

DEGEIT - Department of Economics, Management, Industrial Engineering and Tourism
University of Aveiro,
Campo de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

ABSTRACT

In this paper is demonstrated some applications of lean principles and their simulation to, not only, increase the productivity but also to reduce de costs of one area of Vista Alegre Atlantis, SA. This case study comes from the program of the master's course of Industrial Management and Engineering in Department of Economics, Management, Industrial Engineering and Tourism in University of Aveiro.

The simulation model is about one of the most important area of the factory where exists 4 isostatic presses that make all kind of dishes and 1 machine that make only smalls dishes. Then, they go to a furnace and they arrived to our client that it's other process of the plant. In order to understand this project, it was essential create a Value Stream Mapping to find where the process wasn't going very well or where we can find some waste and then, it was also essential calculate the Takt Time to quantify how long it takes each dish to go out or to get in.

After the first study, we went to the Gemba and we measure some important things like work in process (WIP), queue of every process and the output of every machine. Thereat we take some times like the velocity of the conveyors, time of the transportation and, the most important, time of the operations.

To achieve the goal of this simulation, it will be very important take some decisions that will change the future of this area.

Keywords: **lean manufacturing, costs, productivity, simulation, isostatic press machine, furnace.**

1. INTRODUCTION

Nowadays, with the constant evolution of the market, the ceramic industry should be answered the clients, not only more effectively but also more efficiently. This efficiency is provided improving some lean tools to reduce the use of raw materials, process that don't adds value or even person who aren't needed.

The first company to understand the importance of Lean Manufacturing was Toyota that created Toyota Production System's House (figure 1).

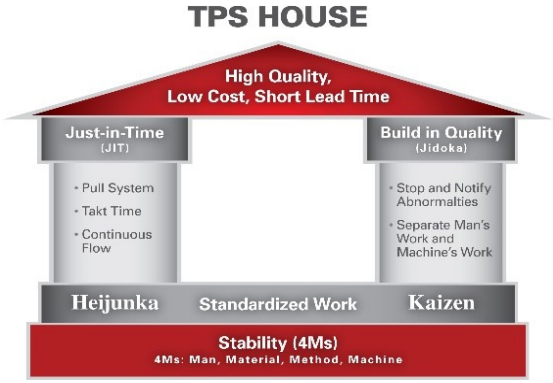


Figure 1 – Toyota Production System

The Lean Manufacturing is based, initially, on 4'M: Man, Material, Machine and Method. It's important understand how these four resources are connected and change, principally, the mindset of the most important resource in the company, the man. In the same way, trying changing minds it's also important because we can understand how our decisions affects that.

After that, we have three others basis: Heijunka, Standardized Work and Kaizen. Heijunka is a technique to adapt to the changing demand (Monden, 1983, p. 2) and smoothing fluctuations of demand over time intervals. Standardized Work, as the name suggests, is something that is so well prepared that when someone new arrives to the process can, from himself, do the job wonderfully. The last basis of the TPS' House is Kaizen that comes from the combination of two Japanese words: Kai + Zen. Kai means changing and Zen means improvement. In fact, Kaizen means continuous improvement, that is getting better day after day.

To achieve de goals of Lean is necessary two pillars: Just in Time and Build in Quality. The first one means reducing inventory levels, improves cash flow, and reduces space requirements and normally are used some tools like: Continuous Flow, Heijunka, Kanban or Takt Time. The other pillar is about the quality that each piece should have to satisfy the customer or the following process. Normally, the tool more used in this pillar is Six Sigma to reduce the defects of each peace.

So, we can conclude that all tools are used to decrease costs and shorter lead time of the process. If those tools aren't used correctly, the goals cannot get achieved.

As every industry, understand the costumer is one of the most important thing and the ceramic

industry isn't different. Know how many dishes the costumer will buy or when will he buy is impossible to predict even for highly developed industries. So, the organization must be able to adapt their level of productivity and their time of response to market as well as improving their level of quality (Howell, 2011).

This case study is about one part of Vista Alegre Atlantis, SA (figure 2), situated in Ílhavo, near Aveiro, one of the best and more recognized ceramic industry in the world. The study will have the focus on eliminate waste and costs for the company, increasing the productivity of the industry.

Figure 2 - Ceramic provided by Vista Alegre Atlantis.SA

The simulation was realized on Arena Software which allowed the animation of the project where it will be possible visualize, more dynamic, the behavior of production line of dishes and small dishes at Vista Alegre Atlantis, SA.

2. DEVELOPING THE SIMULATION STUDY

Through development a simulation study is necessary separate the study in 5 scenarios: problem formulation, conceptual modelling, operational modelling, verification and validation and the output analysis (Kelton et al, 2010).

2.1 PROBLEM FORMULATION

Like we said before, the area that is reported in this case study is one of the most important of the company that represent 58% of all the production of the company.

This area has 4 isostatic presses with one conveyor that takes every dish to one table where they will be deburred, sponged and finished. This place has also one machine that make small dishes that make 1 dish at ever thirty-two seconds. Every process has one place to put some dishes with defects (Trash) that will be used in the future to reuse the raw material. At the end of the both processes it will be created 6 trays which will be transported to one conveyor by one employee that the set will go to one furnace where they will be there more or less sixteen and half hours (come into the furnace 6 trays every six and a half minutes) (figure 3).

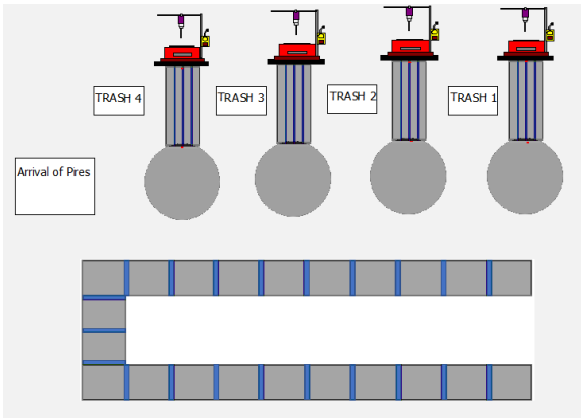


Figure 3 - Plant of Isostatic Presses Area

After walk the Gemba and visited this area, it become very clearly that only two or two and a half presses was worked because de furnace was to slowly comparing with the production of presses. To understand better and quantify this difference, we calculate the Takt-Time to the furnace and the four presses.

So, we use this formula (Monden, 1983, p. 2):

$$Takt\ Time = \frac{Available\ Time}{Demand}$$

As we said before, comes into the furnace one set with 72 dishes every six and half minutes, so, if we convert minutes in seconds, we get 390 seconds to get in the furnace. So, if we apply the formula of the Takt Time, we get 5.42 second per dish. That means that should come to the furnace one dish every 5.42 seconds.

Then we calculate the same for the isostatic presses. Every press machine make one dish every 10 seconds and works every day, twenty-four hours per day, so, if we apply again the Take Time formula, and if we have in mind that exists four isostatic presses, we get 2.5 seconds per dish.

So, even without thinking in the small press machine, we understand that this area is not balanced and the furnace is our bottleneck feature.

To understand the current situation, it was developed one simulation using Arena software from Rockwell Software.

2.2 CONCEPTUALL MODELLING

To have the most realistic modeling possible, it was necessary decide what kind of information it will be used that aggregate value to this simulation. Thus, it was possible to us using information in the Enterprise Resource Planning (ERP) which is implemented in Vista Alegre Atlantis, SAP[1].

In this software, it was possible collect some information about this area like production per work shift of eight hours, production of each dish, cycle time of the presses and small dish machine and the cycle time of our bottleneck, the furnace.

[1] ERP created by one German company SAP SE.

In this area are produced more than 150 different dishes, so, it's important make one ABC Analyses because the batch that will be created after finishing the dishes it will depend of the height of each dish. After we made this analyses, we observed that 48% of the production have the same height so, in this model we will use that number to define number of the batch, that should be 12 dishes.

After making a batch, it will be obliged make another batch with 6 batch previous made. This kind of obligation exists because of the specificities of the furnace that needs 6 trays at the same time. So, every set are compound for six trays and every tray will have 12 dishes, which makes each set has 72 dishes.

It was also necessary create one operation for the transportation from de table of finishing the dish because the times depend on the collections of the times that was made in the Gemba. It was collected fifty times from three different employees. With the help of the input analyzer, one tool of the software Arena, we come to the expression with the normal distribution: NORM (3.07;0.637) with a square error of 0.024. The results are demonstrated on figure 4

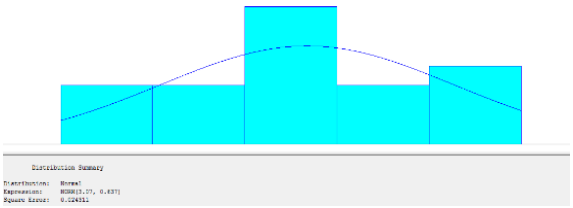


Figure 4 - Results of the Input Analyzer

It's important to refer that exists one buffer before the furnace with the capacity of 25 set which means 1.800 dishes.

One of the problems that was easy to see it was the non-use of one isostatic press machine all over the time and the non-use of one isostatic press machine that only one works 8 hours.

2.3 OPERATIONAL MODELLING

The goal of this software (Arena) is not only identify opportunities to improvement but also, show to the administration where we can lower the costs with more confidence and accuracy. Beyond that, this software provides an overview of the current state of the company or like in this case, one part of the factory.

To started the simulation, it was necessary to define some parameters that is important or for analyze or for get results with more confidence. The run parameters that we used was:

i) Replication length: 2 days of work (48 hours);

ii) Number of replications: 15 (this number was decided after 5 simulations where we were incremented until get numbers reasonable);

To show this simulation, we used a 2D simulation (figure 5), that are present on the software Arena, illustrating every resource, every conveyor, and every places like the four trashes.

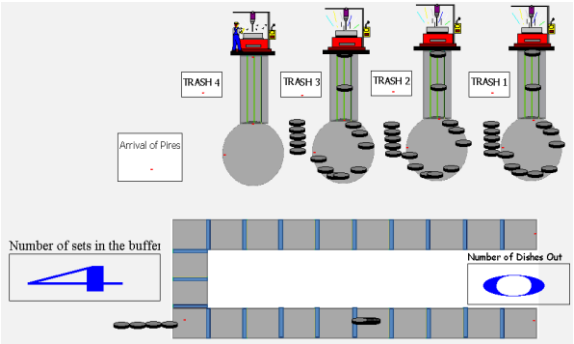


Figure 5 - Simulation of the current situation

2.4 VERIFICATION AND VALIDATION

The verification and validation of the model is directly related to the goals and, in general, tests and evaluations are performed until a sufficient degree of confidence to consider a valid model for its purposes (Sargent, 2011)

We only can validate one simulation when we know, firstly, how much is the output of the product (in this case, dish) and how is realized the movements of every resources like transportation.

In the figure 6, we can see the end of the simulation that are happening and, at the same time, see how many number of set are in the buffer and how many dishes came out of the furnace.

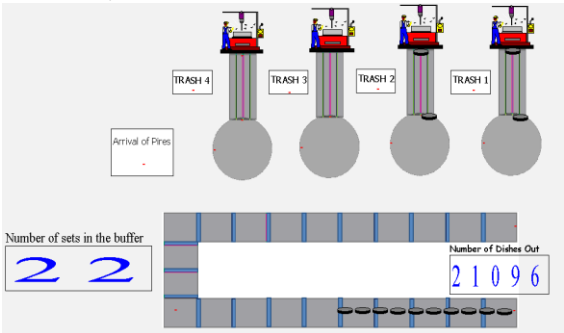


Figure 6 - Results at the end of the first simulation

To validate this simulation, it was necessary, first of all, know how is the output of the furnace. So, after consulting the SAP software, we verify that in 48 hours the output of the furnace should be 32.184 dishes. As we can see in figure 6, the output of the furnace was, only, 21.096 dishes. That means that the output of the simulation is 33% lower than the expected. But, the reason of this difference was easy to found because when we started the simulation, there's no set in the furnace or even in the buffer, so, we need to waited more a less seventeen hours to the furnace gave us the first set

of dishes.

When we run the simulation, it was possible see that all movements are going correctly what validate de modelling.

Other aspect that is important analyze is that the buffer never exceeds 25 sets that is the maximum of capacity of this buffer.

So, after we verify that the modelling was correctly executed, we now can validate the simulation.

2.5 OUTPUT ANALYSIS

One of the capacities of the software Arena is giving us the information about everything that we've simulated. On this point, we will analyze the results of that output with 95% of confidence:

1) The isostatic presses 1 and 2 made 13.861 dishes with an availability of 80.21%, each;

2) The isostatic press 3 made 4.680 dishes with an availability of 27,08%;

3) The isostatic press 4 didn't worked any hour;

4) The small dish machine made 5.472 dishes;

5) The output of the furnace was 21.096 dishes and worked 81.28% of the time;

6) When the simulations ended, it was 11.448 dishes in the furnace and 1.584 dishes in the buffer;

7) In this area exists 6 employees (2 employees per work shift) that make the transportation to the conveyor that give access to the furnace;

With this results we can take some conclusions that can be good for the study of other possible scenarios:

a) The maximum of output is 21.096 dishes because the velocity of the furnace cannot be changed;

b) The maximum availability that one press machine can take is 81.28% because they have 3 stops that are planned;

c) The money that the company spent to buy one isostatic press machine aren't being useful;

d) One of those machines are stopped more than 70% of the time;

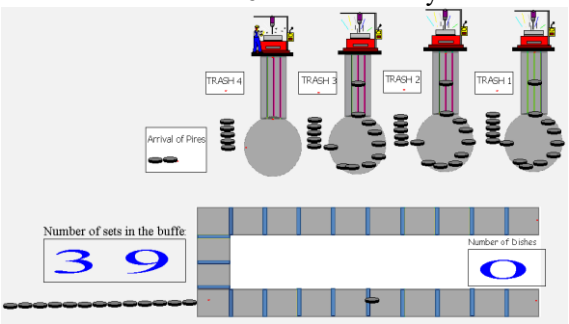
This conclusion is important not only to understand the reality of this area but also to make thinking about how can we improve the results.

3. NEW SCENARIO OF THE ISOSTATIC PRESSES AREA

Now that we have some important conclusions, it's important for this case study understand how can we get some improvement without changing some normal thinks like cycle time of any resource or the time of conveyor.

To achieve the goal that is reduce the costs and increase productivity, there will have some strategic changes. As we had concluded before, the furnace is the bottleneck feature but, in this case, we can't make any change in this resources. Instead of that we will make others change: we will reduce one work sift.

As this area works 24 hours per day, this include 8 hours of work at night which represents a huge expense for the company. So, the solution is to tripling the size of the buffer, increasing from 25 to 75 sets of capacity. Therefore, in the first 16 hours of the day the machines will working to supply dishes to the furnace but they need to fill up the buffer for the next 8 hours of the day.



To accomplish this goal, the machines will work more during the first 16 hours of the day which will improve our indicators (Overall Equipment Efficiency) because the availability of the machines will increase.

To validate the new simulation, it's important have in mind that the buffer cannot exceed 75 sets and at the end of two days (48 hours) the output of the furnace must be 21.096 dishes. It is important to note that in this simulation were considered the same conditions of the previous model.

About the first condition, after we observed the simulation, we can conclude that the buffer never exceeds 75 sets. About the second condition, and as we can see in figure 8, the is also confirmed.

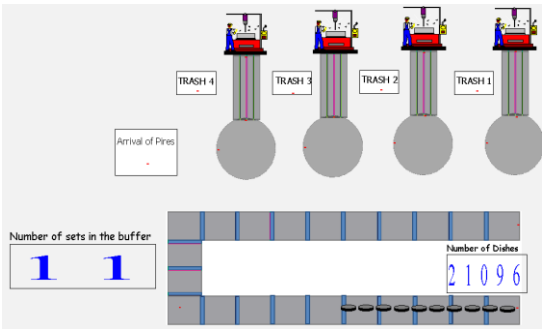


Figure 8 - Results at the end of the improvement simulation

As we reduce one work shift, we also reduce the number of the employees from 6 per day to 4 per day.

As previously done, now we will analyze the results of that output with 95% of confidence:

1) The isostatic press machine 1, 2 and 3 made 9.361 dishes with an availability of 80.21%, each;

2) The isostatic press machine 4 made 2.880 dishes with an availability of 25%;

4) The small dish machine made 5.472 dishes;

5) The output of the furnace was 21.096 dishes and worked 81.28% of the time;

6) When the simulations ended, it was 11.448 dishes in the furnace and 792 dishes in the buffer;

a) The isostatic press machine 1 and 2 made less dishes but worked less time;

b) The isostatic press machine 3 increased production in 100%;

c) The isostatic press machine made more 2.880 dishes than the other simulation;

d) The number of the output in furnace are the same that the other simulation;

4. DISCUSSION

Now that we have the benefits of the implementation, it's important to quantify, at the monetary level, the profit or not that the company can get with this implementation.

In the first scenario, simulation number one, this area has four teams with two operators each to work 24 hours a day, 7 days a week. Because of the current scenario, they need to receive more 25% of salary than one normal operator that works only at day and at week without weekends. The average salary of a normal operator is around 600€ (*euros*), so, one operator of this area should receive 750€ (*euros*) per month.

As we will dispense two employees (because they will continue to work in shifts), we have two possibilities:

i) We do not need the employees in other area of the factory and we waive;

ii) We need the employees in other area of the factory and they will be transferred for one place that they will be needed.

Because we don't have any kind of information about the necessity of the employees, we will suppose that they aren't needed. So, in one month we save 1500€ (*euros*). The company pays 14 salaries, so, in one year, the company will save 21.000€ (*euros*).

As we want to increased the buffer before the furnace we need to know how many we will spend in this implementation. The information that we collect was that one buffer with the capacity of 25 sets it cost 35.000€ (*euros*). As we want to add two more buffers of this size, the investment will be 70.000€ (*euros*).

In 3 years and 5 months, the investments are payed, for example, if we make this investment in January of 2017 we will take profit in the end of May of 2020.

In other way, it's also important look to the productivity of area. As we mentioned before, in Vista Alegre we calculate the Overall Equipment Efficiency (OEE). This indicator considers 3 parameters: quality, velocity and availability. In this case study, we only have in focus the availability of every machine, so we will suppose that the velocity and the quality will be 100% to quantify how much the evolution was.

As we can see in the figure 9, the OEE grow up 19.53%.

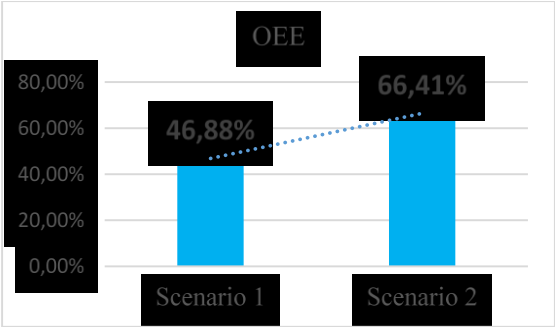


Figure 9 - OEE Scenario 1 and Scenario 2

5. CONCLUSION

In this article, it was possible understand how we deal with 2 of 7 mortal wastes of Lean Thinking. Those wastes are: overproduction and inventory wastage. In this specific case, these wastes are related to each other because in our area we have 4 machines that make one dish at every 2.5 seconds and we have the client that just need one dish at every 5,42 seconds, that means that if they worked everyday, twenty-four hours per day, we will have overproduction because the next process won't consume the dishes. At the same time, and because the furnace won't consume every dish, this will increase the Work-in-Progress (WIP), that means that will be more money standing still.

Everyone understand that the first investment is huge (70.000€) but if we see the results along the way, the company will save a lot of money in this area that can be used in other place of the factory. In 10 years, the company will save 140.000€ (*euros*) in salaries. This decision depends on the priority that the administration assigns, because this may not be a critical process of the organization.

In this case study, we used this software (Arena) because provides us an opportunity to realistically simulate the factory and see opportunities of improvement and where we can or we can't change. This software can help many companies before they made one change because is necessary make the simulation of the future scenario.

This simulation will be important for the success and the sustainability of the company, Vista Alegre Atlantis, VA, for the rest of our days.

6. REFERENCES

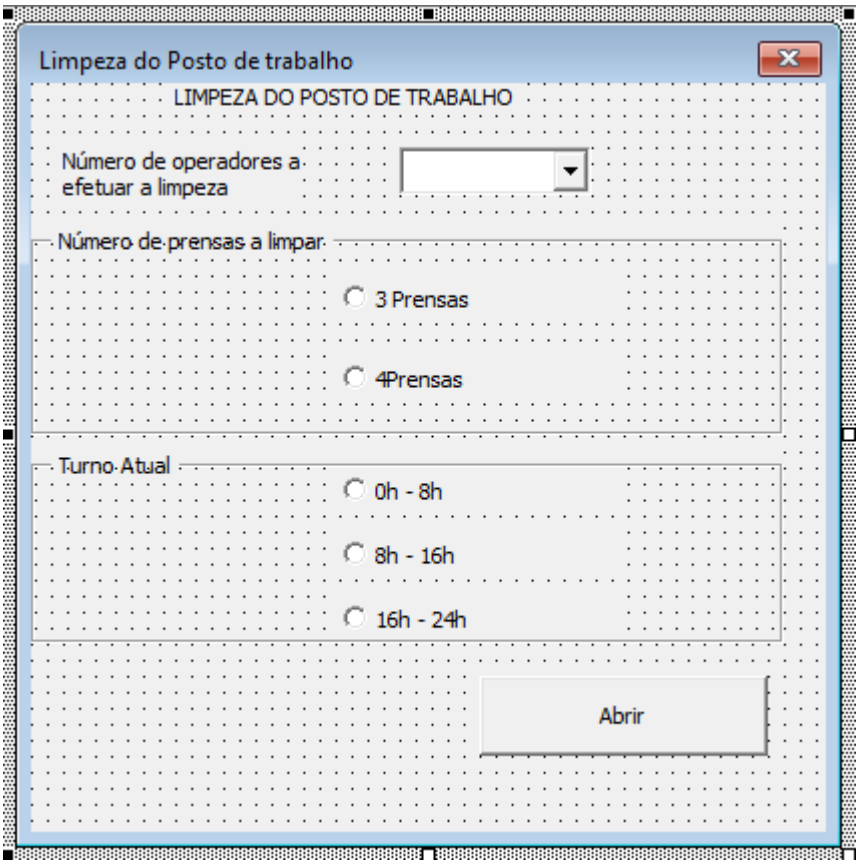
Howell, V., 2011. Kaizen Events. *Ceramic Industry*, 161(12), 30-32.65

Kelton, W., Sadowski, R. and Swets, N., 2010. *Simulation with Arena*, 5th ed., McGraw-Hill Higher Education, New York.

Monden, Y., 1983. Toyota Production System: *A Practical Approach to Production Management*. Industrial Engineers and Management Press, Norcross, GA.

Sargent, R. G. (2011). Vefication and Validation of Simulation Models. *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, 11-14 Dec, 2194–2205. https://doi.org/10.1109/WSC.2011.6148117

Anexo E: Código do ficheiro limpeza do posto de trabalho




```
Private Sub ComboBoxOp_DropButtonClick()
ComboBoxOp.List = Array("1 Operador", "2 Operadores")
End Sub

Private Sub Abrir_Click()
 'aparecer todas as folhas
 For i = 1 To Sheets.Count
    Sheets(i).Visible = True
 Next i

 If ComboBoxOp.Value = "1 Operador" And OptionButton_3Prensas.Value = True And Dia.Value = True Then
 Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Activate
 'ocultar todas as folhas menos a selecionada
 Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

 ElseIf ComboBoxOp.Value = "1 Operador" And OptionButton_3Prensas.Value = True And Manha.Value = True Then
 Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Activate
 'ocultar todas as folhas menos a selecionada
 Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
 Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
 ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
```

```
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "1 Operador" And OptionButton_3Prensas.Value = True And Noite.Value = True Then
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "2 Operadores" And OptionButton_3Prensas.Value = True And Dia.Value = True Then
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "2 Operadores" And OptionButton_3Prensas.Value = True And Manha.Value = True Then
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
```

```
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "2 Operadores" And OptionButton_3Prensas.Value = True And Noite.Value = True Then
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "1 Operador" And OptionButton_4Prensas.Value = True And Dia.Value = True Then
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "1 Operador" And OptionButton_4Prensas.Value = True And Manha.Value = True Then
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "1 Operador" And OptionButton_4Prensas.Value = True And Noite.Value = True Then
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
```

```
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "2 Operadores" And OptionButton_4Prensas.Value = True And Dia.Value = True Then
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

ElseIf ComboBoxOp.Value = "2 Operadores" And OptionButton_4Prensas.Value = True And Manha.Value = True Then
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Else
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Noite").Activate
'ocultar todas as folhas menos a selecionada
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 3 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("1 Op. - 4 Prensas - Noite").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Dia").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
Sheets("2 Op. - 4 Prensas - Manhã").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

End If
'fechar formulário depois de selecionado
Unload Me

End Sub
```

Anexo F: Componentes dos dois tipos de ferramentas

Dorst			Tools		
Cunho superior		Adaptador de tamanho e encaixe na prensa	Cunho superior		Placa de encaixe na prensa
		Cobertura + suporte da cobertura			Adaptador de tamanho
		Gaveta de enchimento			Cobertura + suporte da cobertura
		Tubo de abastecimento de granulado			Gaveta de enchimento
Cunho inferior		Suporte do distribuído de óleo e encaixe na prensa			Tubo de abastecimento de granulado
		Distribuidor de óleo	Cunho inferior		Placa de encaixe na prensa
		Membrana			Suporte do distribuído de óleo
		Anel de fixação da membrana			Distribuidor de óleo
					Membrana
					Anel de fixação da membrana

Anexo G: Atividades internas e atividades externas – Ferramentas Dorst

		Descrição	Tempo (s)
Cunho superior	Retirar antiga ferramenta	Desapertar suporte do cunho superior	21
		Abrir o cunho superior	25
		Passar ar na frente do molde	5
		Retirar funil	34
		Ir buscar a argola	4
		Apertar a argola	10
		Ir buscar grua	42
		Procurar ferramenta de aperto	9
		Desapertar parafusos com chave de bocas	91
		Tirar tubos de óleo	7
		Transportar ferramenta para a palete	13
		Ir buscar pano e limpar ferramenta	12
		Limpar ferramenta	8
		Baixar e tirar ferramenta da grua	16
		Limpar o que falta da ferramenta	8
		Retirar a argola	7
	Colocar nova ferramenta	Apertar argola na ferramenta a entrar	8
		Ir buscar grua	15
		Apertar gancho à argola	2
		Transportar para a prensa	29
		Encaixar na prensa	12
		Apertar à prensa	80
		Retirar gancho da argola	9
		Desapertar argola da ferramenta	6
		Colocar peça com argola na beira da ferramenta	17
		Apertar gancho à argola da peça junto da ferramenta	4
		Transportar para a prensa	13
		Colocar beira da ferramenta na restante ferramenta	21
		Apertar beira à ferramenta	62
		Retirar gancho da argola	6
		Retirar suporte da beira da ferramenta	16
		Colocar funil por cima da ferramenta	73
		Colocar tubos na ferramenta	13
		Desapertar suporte do cunho inferior	21
		Fechar cunho superior e abrir cunho inferior	25
Cunho inferior	Retirar antiga ferramenta	Trancar suporte do cunho superior	20
		Ir buscar balde do óleo	42
		Colocar argola	14
		Ir buscar a grua	12
		Colocar gancho na argola e nivelar grua	8
		Colocar pistola de desapertar no tubo de pressão	14
		Desapertar parafusos da ferramenta do cunho inferior	18
		Remover ferramenta do cunho inferior	11
		Ir buscar o pano	13
		Limpar a ferramenta e cunho por causa do óleo	5
		Transportar a ferramenta para a palete c/ ajuda da grua	19
		Remover ferramenta da grua	7
		Retirar argola da ferramenta	9
		Limpar e colocar pano na ferramenta	35
	Colocar nova ferramenta	Colocar argola fixadora na nova ferramenta	11
		Colocar na grua	18
		Transportar até à prensa	35
		Limpar cunho inferior	15
		Arrumar o balde do óleo e voltar	14
		Apontar molde ao cunho inferior	22
		Apertar parte de trás do cunho inferior	17
		Retirar gancho da ferramenta e afastar grua	10
		Retirar argola	15
		Colocar beira na ferramenta	21
		Apertar parafusos com a máquina	62
		Fechar cunho inferior, suporte de segurança e porta	53

	Descrição	Tempo (s)
Acabamento	Trocar alpiotas e arrumar em carros	150
	Colocar 3 pratos nos postos da mesa de acabamento	30
	Deslocar-se ao outro lado para afinar cada posto	17
	Rodar 1ª, 2ª e 3ª roldana	16
	Colocar mesa a trabalhar (auxilio da máquina manual)	6
	Desapertar parafuso do 1ª posto	3
	Ajustar altura	17
	Apertar parafuso do 1º posto	7
	Deslocar-se ao segundo posto	8
	Desapertar parafuso do 2º posto	4
	Ajustar altura	15
	Apertar parafuso do 2º posto	9
	Deslocar-se ao terceiro posto	4
	Desapertar parafuso do 3º posto	5
	Ajustar altura	15
	Apertar parafuso do 3º posto	6
	Remover tubo com pano	9
	Ajustar afinador das beiras	24
	Ir carregar no botão da consola da mesa de acabamento	9
	Afinar esse posto	32
	Ajustar o posto seguinte	17
	Ajustar posto seguinte	11
	Carregar 3 vezes o botão - rodar mesa de acabamento	9
	Desapertar parafuso do 4º posto	9
	Ajustar altura	14
	Apertar parafuso do 4º posto	5
	Desapertar parafuso do 5º posto	4
	Ajustar altura	11
	Apertar parafuso do 5º posto	7
	Desapertar parafuso do 6º posto	9
	Ajustar altura	13
	Apertar parafuso do 6º posto	3
	Rodar 6ª, 5ª e 4ª roldana	16
	Ir pressionar botão da consola da mesa de acabamento	4
	Ajustar posição do 4º posto	9
	Ajustar posição do 5º posto	12
	Ajustar posição do 6º posto	11
	Pressionar botão da consola da mesa de acabamento para rodar duas vezes	4
	Desapertar parafuso do 7º posto	8
	Ajustar altura	11
	Apertar parafuso do 7º posto	6
	Desapertar parafuso do 8º posto	9
	Ajustar altura	7
	Apertar parafuso do 8º posto	6
	Ajustar posição do 7º posto	12
	Colocar capacidade máxima de cada carrulo	27
	Colocar acabamento em função automático	19
	Ligar a prensa	11

Legenda:

- Atividade interna
- Atividade externa

Anexo H: Atividades internas e atividades externas – Ferramentas Tools

		Descrição	Tempo (s)
Cunho inferior	Retirar antiga ferramenta	Abrir prensa	10
		Passar pistola de ar nas duas ferramentas	12
		Colocar escada e ir buscar gancho	14
		Retirar tubo de onde vem o fluído	10
		Ir buscar carro de apoio à mudança	56
		Encontrar argola e mais duas ferramentas	21
		Ir para a escadas e colocar ferramentas de apertos/desapertos em cima da prensa	6
		Desapertar um parafuso	12
		Colocar argola na ferramenta	12
		Colocar gancho na argola (para tirar parafusos)	17
		Desapertar dois parafusos	41
		Ir ao outro lado	11
		Desapertar um parafuso e mais um do outro cunho	66
		Voltar ao lado inicial	10
		Desapertar último parafuso	20
		Tirar a ferramenta da prensa	22
		r buscar cartão para colocar debaixo da ferramenta em cima do carro	13
		Borrifar liquido para limpar ferramenta	9
		Passar o pano na ferramenta (limpar)	41
		Ir buscar carro para colocar a ferramenta	25
		Colocar ferramenta no carro	22
		Tirar gancho da argola da ferramenta	10
		Tirar argola da ferramenta	12
	Colocar nova ferramenta	Colocar argola na ferramenta	10
		Colocar gancho e transportar para a prensa	50
		Colocar parafuso	75
		Ir ao outro lado	9
		Apertar restantes parafusos	29
		Voltar ao lado inicial	8
		Apertar restantes parafusos	20
		Retirar gancho	13
		Retirar argola	13
		Colocar ultimo parafuso	15
		Limpar	25
		Limpar/passar fluido na prensa	65
Cunho superior	Retirar antiga ferramenta	Retirar tubo do granulado e funil	33
		Desapertar um parafuso	13
		Colocar argola na ferramenta	12
		Ir buscar gancho e colocar na argola	16
		Desapertar parafusos	57
		Pegar parte da ferramenta e colocá-la fora da prensa	23
		Pegar no cartão	6
		Ir buscar espátula para raspar	7
		Raspar	71
		Borrifar liquido para limpar ferramenta	12
		Passar o pano na ferramenta (limpar)	12
		Ir buscar uma lixa para limpar os resíduos	11
		"Lixar" a ferramenta	34
		Passar o pano na ferramenta (limpar)	24
		Borrifar liquido para limpar ferramenta	4
		Limpar/"lixar" parte de trás da ferramenta	55
		Ir buscar outra lixa	20
		Arrumar borrifador e pano	6
		Despejar lixo do cartão e arrumá-lo	14
		Colocar carro debaixo da ferramenta	16
		Colocar ferramenta no carro	26
		Ir buscar alpiota	4
		Retirar gancho	9

		Descrição	Tempo (s)
Cunho superior (continuação)	Colocar nova ferramenta	Colocar argola na ferramenta	15
		Colocar gancho na ferramenta e colocar na prensa	60
		Colocar parafuso	130
		Retirar gancho	11
		Retirar argola	13
		Colocar parafusos	47
		Colocar "Fúnil" e apertar	97
		Colocar tubo do fluído	3
		Arrumar ferramentas todas	95
		Ir ao outro lado fechar a porta	26
Acabamento		Retirar alpiotas e colocar alpiotas (acabamento)	160
		Colocar alpiotas na palete	20
		Afinar no computador automaticamente	58
		Deslocações para cada posto	24
		Afinar manualmente cada posto	90
		Afinar primeira e segunda fase (ajustar transportador)	75
		Ir ligar a máquina	14

Legenda:

- Atividade interna
- Atividade externa